

مؤلف الكتاب الأكثر مبيعا تاريخ موجز للزمان

ستيفن هوكينغ

موجز سيرتي الذاتية

ترجمة: محمد الجندي

التنوير

مكتبة

Telegram Network

2020

«المكتبة النصية»

قام بتحويل رواية:

(موجز سِيْرَتي الذّاتِيّة)

لـ « ستيفن هوكينغ»

إلى صيغة نصية:

(فريق الكتب النادرة)

تنسيق

ماجدة علي

منصور التميمي



موجز سِيْرَتي الذّاتِيّة

ستيفن هوكينغ

الكتاب: موجز سِيْرَتي الذّاتِيّة

تأليف: ستيفن هوكينغ

ترجمة: محمد إبراهيم الجندي

عدد الصفحات: 192 صفحة

الترقيم الدولي:978-614-472-041-7

الطبعة الأولى: 2018

هذه ترجمة مرخصة لكتاب

الناشر

دار التنوير للطباعة والنشر

لبنان: بيروت - بئر حسن - بناية قاسم فارس (سارة بنما) - الطابق السفلي

هاتف: 009611843340

بريد إلكتروني: darattanweer@gmail.com

مصر: القاهرة - 2 شارع السرايا الكبرى (فؤاد سراج الدين سابقا) - جاردن سيتي

هاتف: 002022795557

بريد إلكتروني: cairo@dar-altanweer.com

تونس: 24، نهج سعيد أبو بكر - 1001 تونس

هاتف وفاكس: 0021670315690

بريد إلكتروني: tunis@dar-altanweer.com

موقع إلكتروني:

www.dar-altanweer.com



اهداء إلى

ويليام وجورج وروز

مقتطفات من مقابلات مع ستيفن هوكينغ

مثل جميع البشر، أنا أيضًا أحتاج إلى الدفء، والحب، والمودة؛ فما كنت لأستطيع مواصلة حياتي لو لم يكن لديَّ سوى الفيزياء.

***

كانت إعاقتي مفيدة لي بطريقة ما. لقد حررتني من التدريس والجلوس في لجان مملة، وأعطتني وقتًا أطول للتفكير وإجراء الأبحاث.

***

نصيحتي للأشخاص المعوّقين هي أن يركزوا على الأشياء التي لا تمنعهم إعاقاتهم من إتقانها، وألّا يحزنوا على الأشياء التي تمنعهم الإعاقة من القيام بها.

***

أعتقد أن كل إنسان يستطيع - ويجب عليه - أن يُكوِّن صورة عامة حول كيفية عمل الكون، وموقعنا فيه.

***

الذكاء هو القدرة على التكيف مع التغيير.

***

سوف تتفوق أجهزة الكمبيوتر على البشر بواسطة الذكاء الاصطناعي في مرحلة ما خلال المائة عام القادمة. ولذلك، يجب علينا أن نحرص على أن تكون أهداف أجهزة الكمبيوتر متوافقة مع أهدافنا.

***

لقد تعلمت ألّا أتطلع إلى المستقبل البعيد، وأن أركز على الحاضر. ولديَّ الكثير جدًا مما أريد تحقيقه.

***

الفصل الأول
الطفولة

ينحدر والدَيّ، فرانك، من سلالة من المزارعين المستأجرين للأراضي في يوركشاير بإنجلترا. كان جد والدي - والد جدي، جون هوكينغ - مزارعًا ثريًّا، لكنه اشترى عددًا أكبر مما ينبغي من المزارع وأشهر إفلاسه خلال فترة الكساد الزراعي في أوائل القرن العشرين. وحاول ابنه، روبرت - جدي - أن يساعد والده، لكنه أفلس بدوره. ومن حسن الطالع أن زوجة جدي روبرت كانت تملك منزلًا في بلدة بوروبريدج تدير فيه مدرسة، وكان هذا المنزل يجلب لهما دخلًا ضئيلًا؛ وقد تمكّنا من إرسال ابنهما ليتلقى تعليمه في جامعة أوكسفورد، حيث درس الطب هناك.

فاز والدي بسلسلة من المنح الدراسية والجوائز، وهو ما مكّنه من أن يرسل إلى والديه بعض المال. وبعد ذلك أجرى أبحاثًا في طب المناطق الاستوائية، وفي عام 1937 سافر إلى شرق أفريقيا لاستكمال أبحاثه. وعندما بدأت الحرب العالمية الثانية، انطلق في رحلة برية عبر القارة الأفريقية ثم عبر نهر الكونغو ليستقل سفينة يعود على متنها إلى إنجلترا، حيث تطوّع للخدمة العسكرية. لكنهم قالوا له إنه سيكون أكثر فائدة في مجال الأبحاث الطبية.

وُلِدَت أمي في دنفرملين في اسكتلندا، وكانت الثالثة بين ثمانية أطفال لطبيب عام ممارس. كانت الابنة الكبرى فتاة مصابة بمتلازمة داون، وكانت تعيش بمفردها مع ممرضة ترعاها إلى أن توفيت في سن الثالثة عشرة. وانتقلت العائلة إلى ديفون في الجنوب حين كانت أمي في الثانية عشرة من عمرها. وكما كانت الحال مع عائلة والدي، لم تكن عائلة أمي ميسورة الحال؛ إلا أن العائلة استطاعت أيضًا أن ترسل أمي لتلقي تعليمها في أوكسفورد. وبعد انتهاء دراستها في أوكسفورد، عملت في عدة وظائف، من بينها وظيفة مفتشة ضرائب. لكن الوظيفة لم تعجبها، فتركتها لتعمل سكرتيرة، وأثناء عملها في تلك الوظيفة التقت بوالدي في السنوات الأولى للحرب.

وُلِدْتُ في الثامن من يناير من عام 1942، بعد ثلاثمائة سنة بالضبط من وفاة جاليليو. لكنني أعتقد بأن نحو مائتي ألف طفل آخر وُلدوا في ذلك اليوم، ولست أدري ما إذا كان أي منهم قد اهتم في حياته لاحقًا بعلم الفلك أم لا.

وُلدْتُ في أوكسفورد، رغم أن والديَّ كانا يعيشان في لندن. ويرجع ذلك إلى أن الألمان، خلال الحرب العالمية الثانية، أبرموا اتفاقًا ينص على أنهم لن يقوموا بقصف أوكسفورد وكامبريدج، في مقابل ألا يقصف البريطانيون هايدلبرج وغوتنغن. ومن المؤسف أنه لم يتسنَّ توسيع نطاق مثل هذا الإجراء المتحضّر ليشمل المزيد من المدن.



أنا وأبي.



مع أمي

عشنا في هايجيت في شمال لندن. ووُلِدَت أختي، ماري، بعد ثمانية عشر شهرًا من ولادتي، وقيل لي إنني لم أرحّب بوصولها. كان ثمة توترٌ في علاقتنا طوال فترة طفولتنا، سببه فارق السن الضئيل بيننا. غير أن هذا التوتر اختفى تمامًا في حياتنا البالغة، إذ سلكنا سبيلين مختلفين؛ فأصبحت هي طبيبة، وهو الأمر الذي أسعد والديَّ كثيرًا.

وُلِدَت أختي فيليبا حين كنت في الخامسة من عمري تقريبًا، وأكثر قدرة على فهم الأمور. وأذكر أنني كنت أترقّب ميلادها حتى يكون هناك ثلاثة أطفال يلعبون معًا. كانت فيليبا طفلة قوية، حادة الإدراك، وكنت دائمًا أحترم حسن تقديرها وآراءها. تبنّى والداي أخي إدوارد بعد وقت طويل من ذلك، حين كنت في الرابعة عشر من عمري، لذا لم يكن جزءًا من طفولتي على الإطلاق. كان مختلفًا للغاية عن باقي الأطفال الثلاثة، حيث كان أبعد ما يكون عن التعليم الأكاديمي والثقافة الفكرية، وكان هذا مفيدًا لنا على الأرجح. كان طفلًا صعب المراس، لكن لا يسع المرء إلا أن يحبّه. وقد توفي عام 2004 لسبب لم يمكن تحديده بالضبط قط؛ غير أن التفسير الأكثر ترجيحًا هو أنه تسمم بأبخرة الغراء الذي كان يستخدمه لإجراء بعض التجديدات في شقته.

تعود أقدم ذكريات طفولتي إلى اللحظة التي كنت أقف فيها في حضانة مدرسة بايرون هاوس في هايجيت وأجهش بالبكاء. في كل مكان حولي، كان الأطفال يلعبون بما بدى لي أنها ألعاب رائعة، وكنت أرغب في الانضمام إليهم، لكن كان عمري حينها عامين ونصفًا، وكانت هذه أول مرة أُترك فيها وحدي مع أناس لا أعرفهم، وكنت خائفًا. وأظن أن والديَّ فوجئا بردة فعلي، لأنى كنت أول أطفالهما وكانا يتبعان إرشادات كتب تربية الأطفال التي تقول إن الأطفال يجب أن يكونوا مستعدين لبدء إقامة العلاقات الاجتماعية في الثانية من عمرهم. لكنهما اصطحباني بعد ذلك اليوم الرهيب ولم يعيداني إلى مدرسة بايرون هاوس طوال عام ونصف تالية.



أنا وفيليبا وماري.

في ذلك الوقت - أي أثناء الحرب مباشرة وبعدها - كانت هايجيت منطقة يعيش فيها عدد من العلماء والأكاديميين. (في بلدان أخرى، كان هؤلاء ليُدعون مثقفين، لكن الإنجليز لم يعترفوا قط بوجود المثقفين). وجميع هؤلاء الآباء كانوا يرسلون أطفالهم إلى مدرسة بايرون هاوس، التي كانت مدرسة تقدّمية للغاية في ذلك الوقت.



أنا وإخوتي على الشاطئ.

وأذكر أنني شكوت ذات يوم لوالديَّ أن المدرسة لا تعلمني شيئًا. لم يكن المعلمون في بايرون هاوس يؤمنون بالطريقة الرائجة والمقبولة حينها التي تعتمد على غرس المعلومات في عقول الطلاب. وبدلًا من ذلك، كانوا يعتقدون بأنه ينبغي للطلاب أن يتعلموا القراءة من دون حتى أن يدركوا أنهم يتعلمون. وفي النهاية، تعلمت القراءة، لكن هذا لم يحدث حتى صرت في سن الثامنة المتأخرة للغاية. تعلَّمت أختي فيليبا القراءة بطرق أكثر تقليدية، واستطاعت القراءة وهي في سن الرابعة.

لكن في ذلك الحين، كان ينظر لها على أنها أذكى مني قطعًا.

كنا نعيش في منزل فيكتوري ضيّق ومرتفع، كان والداي قد اشترياه بثمن بخس خلال سنوات الحرب، حين ظن الجميع بان لندن ستتعرّض لقصف يسويها بالأرض. وفي الواقع، سقط صاروخ «في - 2» على بعد بضعة منازل من بيتنا. كنت في الخارج مع أمي وأختي في ذلك الوقت، لكن أبي كان في المنزل. ومن حسن الحظ أنه لم يصب بأذى، ولم يتعرض المنزل لأضرار بالغة. لكن لسنوات عدة، كان هناك موقع كبير للقنابل على الطريق، واعتدت اللعب فيه مع صديقي هاوارد، الذي كان يعيش على بعد ثلاثة منازل في الاتجاه الآخر. كان هاوارد بمثابة ملهم لي، لأن والديه لم يكونا مثقّفين مثل آباء جميع الأطفال الآخرين الذين أعرفهم.

كان يرتاد مدرسة الكنيسة، وليس بايرون هاوس، وكان يعرف لعب كرة القدم والملاكمة، وهما رياضتان ما كان لوالديَّ أن يحلما بأن أمارسهما.



الشارع الذي كنا نعيش فيه في هايجيت، لندن.

-



لندن أثناء تعرضها للقصف خلال الحرب.

ومن بين أولى ذكريات طفولتي الأخرى ذكرى حصولي على أول قطار لعبة. كانت صناعة اللعب متوقفة خلال سنوات الحرب، على الأقل بالنسبة إلى السوق المحلّية. لكن كان لدي اهتمامٌ شديدٌ بنماذج القطارات. حاول أبي أن يصنع لي قطارًا خشبيًا، ولكن ذلك لم يرضني، لأني أردت شيئًا يتحرّك من تلقاء نفسه. لذا اشترى أبي قطارًا آليًّا مستعملًا، وقام بإصلاحه بواسطة كاوي لحام، وأعطاه لي في عيد الكريستماس حين كنت في الثالثة من عمري تقريبًا. لم يعمل هذا القطار بشكل جيد. لكن أبي سافر إلى أمريكا بعد انتهاء الحرب مباشرة، وعندما عاد على متن الباخرة «كوين ماري»، أحضر لأمي بعض جوارب النايلون التي لم تكن متوفرة في بريطانيا في ذلك الوقت، وأحضر لأختي ماري دمية تغلق عينيها في وضعيّة الاستلقاء، وأحضر لي قطارًا أمريكيًا كاملًا مزودًا بمصد إخلاء السكة من العوائق، وسكة على شكل الرقم 8. ولا زلت أذكر إلى يومنا هذا الإثارة التي شعرت بها أثناء فتح الصندوق.



أنا وقطاري اللعبة.

كانت القطارات الآلية التي تُعبأ باليد جيّدة للغاية، لكن ما كنت أريده حقًّا هو قطارًا كهربائيًّا. اعتدت أن أقضي ساعات في مشاهدة نموذج مخطط السكك الحديد في كراوتش إند، بالقرب من هايجيت، وكنت أحلم بالقطارات الكهربائية. وأخيرًا، حين كان والدايَ مسافرَين في مكان ما، اغتنمت الفرصة لأسحب من مكتب البريد كل المبلغ المتواضع الذي ادخرته من هدايا الناس لي في المناسبات الخاصة، مثل تعميدي. استخدمت المال في شراء قطارٍ كهربائيٍّ، لكن مع الأسف، لم يعمل هذا القطار أيضًا بشكل جيد. كان ينبغي أن أعيد اللعبة وأطالب المتجر أو المصنع باستبدالها، ولكن في تلك الأيام كان السلوك السائد هو أن شراءك شيئًا ما هو امتياز، وإن تبين لاحقًا أن هذا الشيء معطوب فهذا من سوء حظك فقط. لذا فقد دفعت ثمن إصلاح المحرك الكهربائي، لكن حتى بعد إصلاحه، لم يعمل قط على نحو جيد.

لاحقًا، في سنوات مراهقتي، صنعت نماذج طائرات وقوارب. لم أكن بارعًا قط في الأعمال اليدوية، لكني فعلت ذلك بمعاونة صديقي في المدرسة، جون ماكليناهان، الذي كان أكثر مني براعة بكثير، وكان والده يمتلك ورشة في منزله. كان هدفي دائمًا هو بناء نماذج تعمل جيدًا ويمكنني التحكّم بها. لم أكن أبالي بما تبدو عليه. وأظن أن هذا الدافع نفسه هو الذي قادني إلى اختراع مجموعة من الألعاب المعقدة للغاية مع صديق آخر من المدرسة، هو روجر فيرنيهو. كانت هناك لعبة تصنيع، تحتوي على مصانع كاملة ووحدات ذات ألوان مختلفة، وطرق، وسكك حديد تحمل تلك الوحدات، وسوق للأوراق المالية. وكانت هناك لعبة حرب، تُلعب على لوحة مكونة من أربعة آلاف مربع، بل ولعبة إقطاعية، يمثل فيها كل لاعب سلالة كاملة لها شجرة عائلة. وأعتقد بأن ابتكار هذه الألعاب، وكذلك ألعاب القطارات والقوارب والطائرات، نبع من رغبة في معرفة كيفية عمل الأنظمة وكيفية التحكّم بها. ومنذ أن بدأت في دراسة الدكتوراه، أشبعت هذه الحاجة بواسطة أبحاثي في علم الكونيات؛ فلو أنك فهمت كيفية عمل الكون، فإنك إذًا تتحكّم به، بطريقة ما.

الفصل الثاني

سان ألبانز

في عام 1950، انتقل مكان عمل والدي من هامبستيد، بالقرب من هايجيت، إلى «المعهد الوطني للأبحاث الطبية» الذي كان قد أُنشئ حديثًا في ميل هيل، على الطرف الشمالي من مدينة لندن. وبدلًا من السفر من هايجيت إلى مكان عمله، بدا له من الأكثر منطقية أن ينقل العائلة إلى خارج لندن ويسافر هو إلى المدينة للعمل. لذا فقد اشترى والدايَ منزلًا في مدينة سان ألبانز التي تقع فيها كاتدرائية سان ألبانز، على بعد عشرة أميال شمال ميل هيل، وعشرين ميلًا شمال وسط لندن. كان منزلًا فيكتوريًا كبيرًا يتّسم بالأناقة والتميز. لم يكن والدايَ يمتلكان الكثير من المال عندما اشتريا هذا المنزل، لذا كان عليهما إنجاز الكثير من العمل فيه قبل أن نتمكّن من الانتقال إليه. وبعد ذلك، رفض والدي - كما كان أي رجل منحدر من يوركشاير مثله سيرفض - دفع نفقات أي إصلاحات أخرى. وبدلًا من ذلك، بذل قصارى جهده لكي يحافظ عليه وعلى طلائه، ولكن المنزل كان كبيرًا للغاية ولم يكن أبي ماهرًا في مثل هذه الأمور. غير أن المنزل كان متين البناء، ولذلك صمد أمام هذا الإهمال. وقد باع والداي المنزل عام 1985، حين كان أبي في شدة المرض، قبل عام من وفاته. مؤخرًا رأيت ذلك المنزل، ولم يبد أن أحدًا أجرى عليه أي إصلاحات إضافية منذ ذلك الحين.



منزلنا في سان ألبانز.

كان المنزل قد صُمِمَ لعائلة لديها خدم، إذ كان في مخزن المؤن وأدوات المائدة لوحة مؤشرات تُبين أي غرفة دُقَّ الجرس منها. بالطبع لم يكن لدينا خدم، لكن غرفة نومي الأولى كانت غرفة صغيرة على شكل حرف L، ولا بد أنها كانت غرفة إحدى الخادمات. كنت قد طلبت تلك الغرفة استجابة لاقتراح من ابنة خالتي ساره، التي كانت أكبر مني قليلًا، والتي كنت شديد الإعجاب بها. قالت إنه يمكننا أن نحظى بقدر هائل من المرح هناك. كان أحد عوامل الجذب في الغرفة أنه يمكن التسلّق من النافذة إلى سطح مخزن الدرّاجات، ومن ثم إلى الأرض.

كانت ساره ابنة شقيقة أمي الكبرى، جانيت، التي تخرّجت كطبيبة وتزوجت من محلل نفسي. كانوا يعيشون في منزل مشابه لمنزلنا في هاربِندِن، وهي قرية تبعد خمسة أميال أخرى تجاه الشمال. كانوا أحد الأسباب التي جعلتنا ننتقل إلى سان ألبانز. وكانت مكافأة عظيمة بالنسبة لي أن أكون بالقرب من ساره، وكثيرًا ما كنت أذهب بالحافلة إلى هاربِندِن لأراها.

كانت سان ألبانز نفسها تقع إلى جوار بقايا مدينة فيرولامينيوم الرومانية العتيقة، التي كانت أهم المستعمرات الرومانية في بريطانيا بعد لندن. وفي العصور الوسطى، كانت تضم أغنى دير في بريطانيا. وقد شُيّد هذا الدير حول ضريح القديس ألبان، وهو قائد روماني يقال إنه أول شخص في بريطانيا يتم إعدامه بسبب إيمانه المسيحي. وكل ما تبقى من الدير كانت كنيسة كبيرة جدًا وقبيحة للغاية، ومبنى لمدخل قديم أصبح الآن جزءًا من مدرسة سان ألبانز، التي ارتدتها لاحقًا.

كان سان ألبانز مكانًا مملًا ومحافظًا للغاية مقارنة بهايجيت أو هاربِندِن. وأكاد أقول إن والديَّ لم يُقيما أي علاقات صداقة هناك. من ناحية، كان هذا خطأهما، لأنهما كانا يميلان للعزلة بطبيعتهما، وخاصّة أبي. لكن الأمر كان يعكس أيضًا وجود نوع مختلف من السكان هناك؛ فبكل تأكيد، لا يمكن وصف أحد من آباء أصدقائي في المدرسة في سان ألبانز بأنه مفكر أو مثقف.

في هايجيت، كانت أسرتنا تبدو طبيعية إلى حد ما، ولكن في سان ألبانز، أعتقد بأنه كان يُنظر إلينا حتمًا على أننا غريبو الأطوار. وقد عزز سلوك والدي هذا التصوّر، إذ لم يكن يبالي قط بالمظاهر

الاجتماعية طالما كان هذا سيتيح له توفير المال. كانت أسرته فقيرة للغاية حين كان صغيرًا، وترك هذا لديه شعورًا دائمًا لا يفارقه. لم يكن يستطيع تحمل إنفاق المال وفق هواه، حتى عندما أصبح يطيق ذلك في سنوات لاحقة؛ فقد رفض تركيب جهاز تدفئة مركزي، رغم أنه كان يشعر ببرد قارص.

وبدلًا من ذلك، كان يرتدي عدة سترات ومعاطف فوق ملابسه العادية. ومع كل ذلك، كان شديد السخاء مع الآخرين.

في خمسينات القرن العشرين، شعر أبي بأننا لا نطيق دفع ثمن سيارة جديدة، فقام بشراء سيارة من سيارات أجرة لندن قبل الحرب، وقمت أنا وهو ببناء كوخ ليكون مرأبًا. غضب الجيران بشدة، لكنهم لم يستطيعوا منعنا. وكما هو حال غالب الصبية في مثل هذه السن، كنت أشعر بالحرج بسبب والديَّ؛ لكنهما لما يباليا بذلك قط.

ومن أجل قضاء العطلات، اشترى والدايَ عربة متنقّلة من عربات الغجر، ووضعاها في حقل في أوسمنجتون ميلز، على الساحل الجنوبي لبريطانيا بالقرب من ويماوث. كانت العربة المتنقلة مزينة على نحو مبهج ومتقن بواسطة مالكيها الأصليين من الغجر. وقد قام أبي بطلائها بالكامل باللون الأخضر ليجعل هذا أقل وضوحًا. وكانت تحتوي على سرير مزدوج للوالدين، وخزانة تحته للأطفال، لكن أبي حوّلها إلى أسرّة بطابقين، باستخدام فائض نقالات الجرحى الخاصة بالجيش، في حين كان والداي ينامان في خيمة من خيام الجيش خارج العربة. قضينا عطلات الصيف هناك حتى عام 1958، حين تمكّن مجلس المقاطعة أخيرًا من إزالة العربة.

حين ذهبنا إلى سان ألبانز لأول مرة، التحقت بالمدرسة العليا للبنات، والتي كانت تقبل الأولاد حتى سن العاشرة، على عكس ما يوحي به اسمها. ولكن بعد أن قضيت هناك فصلًا دراسيًا، سافر والدي في إحدى رحلاته التي كادت تكون سنوية تقريبًا إلى أفريقيا، واستغرقت رحلته هذه المرة فترة طويلة؛ نحو أربعة أشهر.

لم تحب أمي أن تُترَك وحدها طوال هذه المدة، لذا اصطحبتني أنا وشقيقتيَّ الاثنتين لزيارة صديقتها من أيام المدرسة، بيريل، التي كانت متزوجة من الشاعر روبرت غريفز. كانا يعيشان في قرية تدعى ديا، تقع على جزيرة مايوركا الإسبانية. كان هذا بعد خمس سنوات فقط من نهاية الحرب، وكان الديكتاتور الإسباني، فرانسيسكو فرانكو - الذي كان حليفًا لهتلر وموسوليني - لا يزال في سدة الحكم. (وفي الواقع ظل في السلطة طوال عقدين ونصف). ومع ذلك، ذهبت أمي - التي كانت عضوًا في «رابطة الشبان الشيوعيين» قبل الحرب - مع ثلاثة أطفال صغار إلى مايوركا على متن سفينة ثم قطار. استأجرنا منزلًا في ديا وقضينا وقتًا رائعًا.

وكان لي أنا وويليام، ابن روبرت، معلمًا مشتركًا.



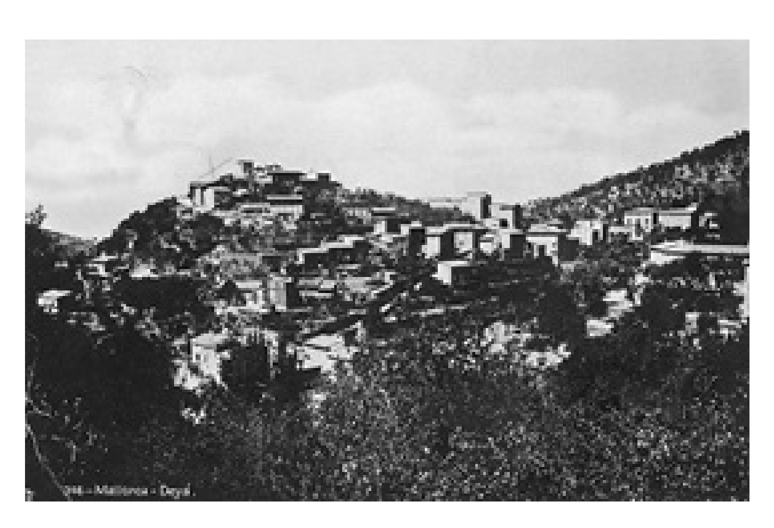


عربة الغجر المتنقّلة التي امتلكتها أسرتنا.



صورتي وأنا أبحر في بحيرة أولتون بورد في مقاطعة سافك الإنجليزية.

كان هذا المعلم يعيش تحت وصاية روبرت، وكان أكثر اهتمامًا بكتابة مسرحية لمهرجان إدنبره من اهتمامه بتعليمنا. ولكي يبقينا منشغلين عنه، طلب منا أن نقرأ كل يوم فصلًا من الكتاب المقدس ونكتب مقالًا عنه. وكانت الفكرة هي أن يعلمنا جمال اللغة الإنجليزية. مارسنا هذا التمرين مع سفر «التكوين» بأكمله وجزء من سفر «الخروج» قبل أن أرحل عنهم. وكان أحد الأشياء الرئيسية التي تعلمتها خلال هذا التمرين هو عدم بدء الجملة بأداة العطف في الإنجليزية And. وعندما أشرت إلى أن غالب الجمل في الكتاب المقدس تبدأ بها، قيل لي إن اللغة الإنجليزية تغيرت منذ عهد الملك جيمس. وقد احتججت على هذا متسائلًا: ولماذا إذًا تجعلنا نقرأ الكتاب المقدس؟



بيتنا الموقت في قرية ديا، مايوركا.

لكن احتجاجي ذهب أدراج الرياح؛ فقد كان روبرت غريفز في ذلك الوقت متحمسًا جدًا للرمزية والباطنية الصوفية في الكتاب المقدّس. لذا لم يكن ثمة أحد ألجأ إليه.

عدنا بينما كان «مهرجان بريطانيا» يوشك أن يبدأ. كانت هذه هي فكرة حكومة حزب العمال لمحاولة إعادة خلق النجاح الذي حقّقه «المعرض الكبير» عام 1851، والذي نظّمه الأمير ألبرت، وكان أول معرض عالمي بالمعنى الحديث. وفّر ذلك المعرض نوعًا من الارتياح المرغوب فيه من قسوة وشقاء سنوات الحرب وما بعد الحرب في بريطانيا. فتح المعرض - الذي عُقد على الضفة الجنوبية لنهر التايمز - عينيَّ على أشكال جديدة من الهندسة المعمارية وعلى علوم وتكنولوجيا جديدة. بيد أن المعرض لم يدم طويلًا؛ فقد فاز المحافظون في أحد الانتخابات في ذلك الخريف وأغلقوه.

في سن العاشرة، خضت الامتحان المسمى امتحان ما بعد سن الحادية عشرة. كان هذا اختبار ذكاء يهدف إلى فرز الأطفال المناسبين للتعليم الأكاديمي من بين غالبية الأطفال، الذين يتم إلحاقهم بالمدارس الثانوية غير الأكاديمية. أدى نظام امتحان ما بعد سن الحادية عشرة هذا إلى وصول عدد من أبناء الطبقة العاملة والطبقة المتوسطة الدنيا إلى الجامعات وإلى مواقع متميزة، لكن كان هناك احتجاج عنيف على المبدأ كله، المعتمد على اختيار الأطفال مرة واحدة وإلى الأبد في سن الحادية عشرة، وخاصة من جانب آباء الطبقة المتوسطة، الذين وجدوا أبناءهم يلتحقون بالمدارس التي يدرس فيها أبناء الطبقة العاملة. وقد هُجِرَ هذا النظام إلى حد كبير في سبعينات القرن الماضي ليحل محله نظام تعليمي شامل.



أنا (في اليسار) مع ويليام، ابن روبرت غريفز.

كان التعليم الإنجليزي هرميًّا للغاية في الخمسينات. فلم يقتصر الأمر على تقسيم المدارس إلى مدارس أكاديمية وغير أكاديمية فحسب، بل كانت المدارس الأكاديمية تُقَسم إلى مستويات «أ»، و«ب»، و«ج». كان هذا جيدًا لأولئك الذين ينضمون للمستوى «أ»، ولكنه لم يكن جيدًا لأصحاب المستوى «ب»، وكان في غاية السوء بالنسبة لأولئك الذين التحقوا بمدارس المستوى «ج»، والذين شعروا بالإحباط وخيبة الأمل. وُضعتُ في المستوى «أ» في مدرسة سان ألبانز، استنادًا إلى نتائج الاختبار المذكور. ولكن بعد السنة الأولى، كان كل من يأتي ترتيبه دون العشرين في الفصل ينتقل إلى المستوى «ب». وكانت تلك تُعدّ صدمة هائلة تعصف بثقة الطلاب بأنفسهم، ولا يتعافى البعض منها قط. في الفصلين الدراسيين الأولين في سان ألبانز، جئت في المرتبة أربعة وعشرين وثلاثة وعشرين على التوالي، ولكن في الفصل الدراسي الثالث جئت في المرتبة الثامنة عشر. وهكذا، بالكاد أفلتّ من الهبوط في نهاية السنة إلى المستوى «ب».

عندما كنت في الثالثة عشرة من عمري، أراد أبي أن أجرّب مدرسة وستمينستر، وهي إحدى المدارس العامة الرئيسية في بريطانيا (وهي التي تسمى المدارس الخاصّة في الولايات المتحدة). في ذلك الوقت، كما أشرت سابقًا، كان ثمة فصلٌ حادٌّ في التعليم يعتمد على أسس طبقية، وظن أبي بأن الامتيازات الاجتماعية التي ستوفرها لي هذة المدرسة ستفيدني في الحياة. كان أبي يؤمن بأن افتقاره للوجاهة والعلاقات الاجتماعية أدى إلى تجاوزه في حياتة المهنية لصالح أناس أقل منه قدرة وكفاءة. كان نزقًا سريع الغضب بسبب شعوره بأن آخرين ليسوا بمثل كفاءته ولكنهم يمتلكون الخلفية المناسبة والعلاقات الوطيدة تقدّموا عليه. وقد اعتاد تحذيري من مثل هؤلاء الناس.

ولما لم يكن والدايَ من الأثرياء، فقد كان ينبغي عليَّ الفوز بمنحة دراسية من أجل الالتحاق بمدرسة وستمينستر. إلا أنني كنت مريضًا في وقت امتحان المنحة ولم أحضره. وعوضًا عن ذلك، بقيت في مدرسة سان ألبانز، حيث تلقّيت تعليمًا جيدًا، بنفس جودة التعليم الذي كنت سأتلقاه في وستمينستر، إن لم يكن أفضل.

ولم أجد أبدًا أن افتقاري إلى المكانة والمزايا الاجتماعية كان عائقًا أمامي. لكنني أظن أن مجال الفيزياء يختلف قليلًا عن الطب. ففي الفيزياء، لا يهم اسم المدرسة التي تعلّمت فيها، ولا تهم علاقاتك ومعارفك؛ بل المهم هو ما تفعله.

لم أكن قط أكثر من مجرد طالب متوسط في الفصل (لقد كان فصلًا من الطلاب النابغين بحق). كانت واجباتي الدراسية مهملة وغير مرتبة على الإطلاق، وأثار سوء خطي حنق المعلمين. لكن زملاء الفصل أعطوني لقب آينشتاين، لذا أظن بأنهم رأوا علامات على شيء أفضل. وعندما كنت في الثانية عشرة من عمري، راهن أحد أصدقائي صديقًا آخر على كيس من الحلوى أنني لن أحقق أي نجاح يُذكر على الإطلاق في حياتي. لست أعرف ما إذا كان ذلك الرهان قد تمت تسويته، وإذا تمت تسويته، فمن الذي ربح.

كان لدي ستة أو سبعة أصدقاء مقرَّبين، أغلبهم لا أزال على تواصل معه. اعتدنا على الخوض في مناقشات ومجادلات طويلة حول كل شيء، بداية من النماذج التي يمكن التحكّم فيها عن طريق موجات الراديو إلى الدين، ومن البارابسيكولوجي إلى الفيزياء. وكان أحد الأشياء التي تحدثنا عنها أصل الكون، وما إذا كان وجود الكون يتطلّب وجود إله أنشأه وضبطه ليستمر في الوجود. كنت قد سمعت أن الضوء القادم من المجرّات البعيدة ينزاح نحو الطرف الأحمر من الطيف، وأن هذا يفترض أن يشير إلى أن الكون يتوسّع. (كان انزياح الضوء نحو اللون الأزرق سيعني أن الكون يتقلّص). لكنني كنت واثقًا من أنه لا بد من وجود سبب آخر لهذا الانزياح نحو الأحمر. فقد بدا لي أنه من الطبيعي والمعقول أكثر بكثير جدًا أن يكون الكون ثابتًا ودائمًا بالأساس. فكرت أن الضوء ربما أصبح أكثر وهنًا وأكثر احمرارًا في طريقه إلينا. ولم أدرك أنني كنت مخطئًا إلا بعد عامين من البحث أثناء الدراسة لنيل درجة الدكتوراه.



أنا (إلى اليمين) في أواخر فترة مراهقتي.

كان أبي منخرطًا في أبحاثه حول أمراض المناطق الاستوائية، واعتاد أن يصطحبني إلى مختبره في ميل هيل. استمتعت بهذا، لا سيما الجزء الخاص بالنظر في المجاهر. اعتاد أبي كذلك أن يصطحبني إلى بيت الحشرات، الذي كان يحتفظ فيه بالبعوض المصاب بالأمراض الاستوائية. وقد أقلقني هذا؛ لأنه دائمًا كان هناك بعض البعوض يحلّق حولي بحرية. كان أبي مجتهدًا للغاية ومخلصًا لأبحاثه.



أبي في إحدى رحلات البحث الميداني لدراسة طب المناطق الاستوائية.

لطالما كنت شديد الاهتمام بكيفية عمل الأشياء، وقد اعتدت على تفكيكها لمعرفة كيفية عملها، لكنني لم أكن بارعًا في تركيبها وإعادتها إلى سيرتها الأولى. لم تستطع قدراتي العملية مواكبة تساؤلاتي النظرية قط. شجع أبي اهتمامي بالعلوم، بل إنه درَّس لي الرياضيات إلى أن وصلت إلى مرحلة تتجاوز معرفته. وبهذه الخلفية التاريخية، إضافة إلى وظيفة أبي، اعتبرت أنه من الطبيعي أن أتجه نحو البحث العلمي.



أنا (في أقصى اليسار) في مدرسة سان ألبانز.

عندما وصلت إلى العامين الدراسيين الأخيرين في المدرسة، أردت التخصص في الرياضيات والفيزياء. كان هناك مدرس رياضيات مُلهِمًا هو السيد تاهتا، وكانت المدرسة قد أنشأت للتو أيضًا غرفة جديدة للرياضيات، استخدمها المدرسون غرفة لهم. لكن أبي عارض ذلك بشدة، لأنه ظن أنه لن تكون ثمة وظائف متاحة لدارسي الرياضيات إلا كمدرّسين. كان يود كثيرًا أن أدرس الطب، لكنني لم أُبدِ أي اهتمام بعلم الأحياء، الذي بدا لي وصفيًا أكثر مما ينبغي وليس أساسيًا بالقدر الكافي. كذلك كانت مكانة علم الأحياء في المدرسة مكانة متواضعة؛ فأنبغ الطلاب يدرسون الرياضيات والفيزياء، والأقل نبوغًا يدرسون الأحياء.

عَلِمَ أبي أنني لن أدرس الأحياء، لكنه جعلني أدرس الكيمياء، وقليلًا من الرياضيات فحسب. كان يعتقد بأن هذا سيبقي خياراتي العلمية مفتوحة. إنني الآن أستاذ جامعي في الرياضيات، لكنني لم أتلقَ أي تعليم رسمي فيها منذ تركت مدرسة سان ألبانز في سن السابعة عشرة. لقد كنت مضطرًا لتحصيل ما أعرفه الآن أثناء المضي في رحلتي. لقد كنت أشرف على الطلاب الجامعيين في كامبريدج، وأسبقهم في استذكار المقرّر الدراسي بأسبوع واحد.

كانت الفيزياء دائمًا هي المادة الأكثر بعثًا على الملل لأنها كانت في غاية السهولة والوضوح. أما الكيمياء فكانت أكثر متعة بكثر، لأن الأشياء غير المتوقعة - مثل الانفجارات - ظلّت تحدث طوال الوقت. غير أن علم الفيزياء وعلم الفلك قدّما لي الأمل في فهم مصدر وجودنا، ولماذا نحن هنا. لقد أردت سبر أغوار الكون، ولعلي نجحت في هذا إلى حد ما، ولكن لا يزال هناك الكثير مما أريد معرفته.

الفصل الثالث

أوكسفورد

كان أبي شديد الحرص على أن ألتحق بجامعة أوكسفورد أو كامبريدج. كان هو نفسه قد ارتاد يونيفرستي كوليدج في أوكسفورد، لذا كان يعتقد بأنني يجب أن ألتحق بها، لأنه ستكون لديَّ فرصة أكبر للقبول. في ذلك الوقت، لم يكن في يونيفرستي كوليدج زميل رياضيات، وكان هذا سببًا آخر جعله يريد مني أن أدرس الكيمياء: هكذا يمكنني محاولة نيل منحة في العلوم الطبيعية وليس في الرياضيات.

سافر باقي أفراد الأسرة إلى الهند لمدة عام، وكنت مضطرًا للبقاء لأداء امتحانات المستوى «أ» وامتحان الالتحاق بالجامعة. مكثت مع عائلة الدكتور جون هامفري، زميل أبي في «المعهد الوطني للأبحاث الطبية»، في منزلهم في ميل هيل. كان المنزل يحتوي على قبو فيه محركات بخارية ونماذج أخرى صنعها والد جون هامفري، وقضيت الكثير من وقتي هناك. وفي العطلات الصيفية، كنت أذهب إلى الهند للانضمام لبقية العائلة، حيث كانوا يعيشون في منزل في لكناو استأجروه من رئيس وزراء سابق لولاية أوتار براديش الهندية، والذي لحق به العار بسبب اتهامه بالفساد. رفض والدي تناول الطعام الهندي خلال فترة وجوده هناك، لذلك قام بتوظيف طبّاخ سابق في الجيش البريطاني الهندي لإعداد وتقديم الطعام الإنجليزي. أنا شخصيًا كنت أفضل شيئًا أكثر إثارة.

ذهبنا إلى كشمير واستأجرنا قاربًا عائمًا اتخذناه بيتًا على البحيرة في سريناغار. كنا في وقت الرياح الموسمية، وكان الطريق الذي شقّه الجيش الهندي على الجبال قد جرفته مياه الفيضان في بعض المواضع (كان الطريق المعتاد يؤدي إلى عبور خط وقف إطلاق النار إلى باكستان). ولم تستطع سيارتنا - التي جلبناها من إنجلترا - أن تسير في مياه يزيد ارتفاعها على ثلاث بوصات، لذا قام سائق شاحنة من السيخ بجرّ السيارة.

ظن مدير مدرستي بأنني أصغر من أن أحاول الالتحاق بأوكسفورد، لكنني ذهبت في مارس عام 1959 لخوض اختبار المنحة مع اثنين من الفتية يكبرانني بسنة في المدرسة. كنت موقنًا بأنني أديت الاختبار على نحو سيئ، وكنت في غاية الضيق عندما جاء محاضرو الجامعة - أثناء الامتحان العملي - ليتحدّثوا مع بعض الطلاب الآخرين من دون أن يتحدّثوا معي. وبعد أيام قليلة من عودتي من أوكسفورد، تلقيت برقية تفيد بأنني فزت بالمنحة.

كنت في السابعة عشرة من عمري، وكان غالب الطلاب الآخرين في تلك السنة الدراسية قد أدوا الخدمة العسكرية وكانوا أكبر مني سنًا بكثير. شعرت بوحدة شديدة في السنة الدراسية الأولى وفي جزء من السنة الثانية. وفي السنة الثالثة، في محاولة لكسب المزيد من الأصدقاء، انضممت إلى «نادي اليخوت» كموجّه للدفة. غير أن مسيرتي المهنية كموجّه دفة كانت كارثية إلى حد كبير. فحيث إن النهر في أوكسفورد أضيق من أن تتسابق فيه القوارب جنبًا إلى جنب، فقد كانت لديهم

سباقات تصادمية تصطف فيها القوارب واحدًا وراء الآخر، ويمسك موجّه الدفة بحبل بداية معين ليحافظ على قاربه على مسافة مناسبة خلف القارب الذي أمامه.



صورتي أثناء توجيه دفّة فريق «نادي اليخوت».

في أول سباق لي، تركت حبل البداية عندما انطلقت إشارة البدء، لكنه علق بحبال الدفة، وكانت النتيجة أن قاربنا انحرف عن مساره وتم استبعادنا من السباق.

وبعد ذلك، تسببت في تصادم مباشر بقارب آخر، لكن في هذه الحالة على الأقل، أستطيع أن أزعم بأن الخطأ لم يكن خطأي، لأن الأولوية كانت لقاربنا على القارب الآخر. وبرغم عدم نجاحي كموجّه دفة، فقد اكتسبت المزيد من الأصدقاء في تلك السنة وكنت أكثر سعادة.



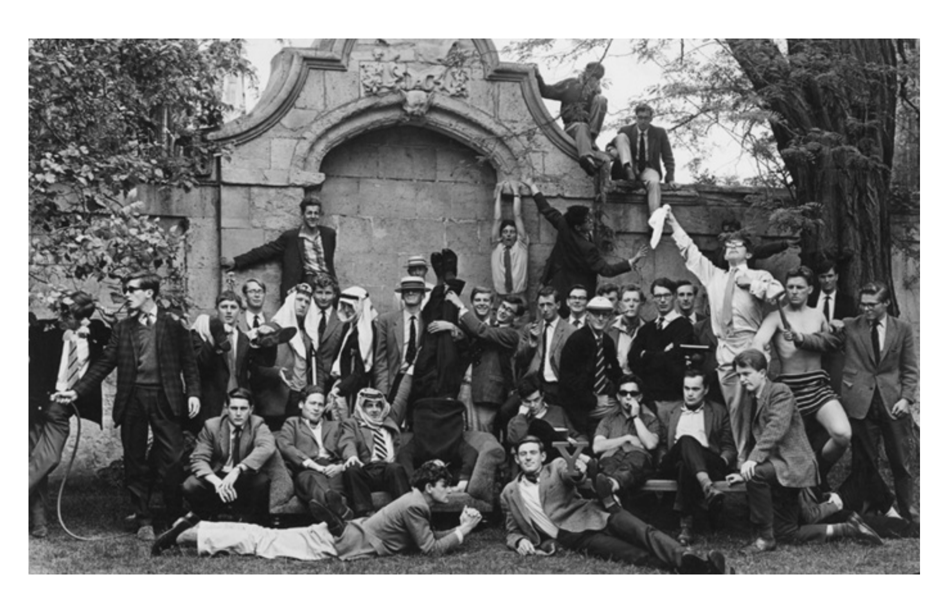
فريق «نادي اليخوت» في فترة استراحة.

كان التوجّه السائد في أوكسفورد في ذلك الوقت مناهضًا تمامًا للاجتهاد. فقد كان من المفترض إما أن تكون نابغةً من دون جهد وإما أن تقبل حدودك وتنال درجة متدنية للغاية. أما إذا كنت تكد وتجتهد لكي تنال درجة أعلى، فكنت حينها تنال لقبًا هو أسوأ لقب في مفردات أوكسفورد اللغوية.

كانت الكليات في ذلك الوقت تعتبر نفسها في مقام أولياء الأمور، وهو الأمر الذي كان يعني أنها مسؤولة عن أخلاق الطلاب. لذلك كان طلاب الكليات جميعًا من جنس واحد، وكانت البوابات تُغلق عند منتصف الليل، وعندئذ كان ينبغي على جميع الزوار - خاصة الذين ينتمون إلى الجنس الآخر - أن يرحلوا. وبعد ذلك الوقت، إذا رغب طالب في مغادرة الكلية، كان يضطر إلى تسلّق جدار مرتفع تعلوه مسامير بارزة. ولم تشأ كلّيتي أن يتأذى أحد من طلابها، لذا تركت فجوة فوق السور لا توجد بها مسامير، فكان من السهل علينا أن نتسلّق خارجًا. أما إذا ضُبِط طالب في الفراش مع أحد أفراد الجنس الآخر، فكانت تلك قصة مختلفة تمامًا، إذ كان يُطرد من الكلية فورًا.

وقد أدى تخفيض سن الرشد إلى ثمانية عشرة عامًا والثورة الجنسية في ستينات القرن العشرين إلى تغيير كل شيء، ولكن هذا حدث بعد انتهاء دراستي في أوكسفورد.

في ذلك الوقت، كان مقرر الفيزياء منظمًا على نحو يتيح للطلاب تجنّب الكد في المذاكرة بسهولة شديدة. خضت اختبارًا واحدًا قبل أن ألتحق بالجامعة، ثم قضيت ثلاث سنوات في أوكسفورد لم أخض فيها سوى الامتحانات النهائية. وقد حسبت ذات مرة أنني ذاكرت نحو ألف ساعة طوال السنوات الثلاث التي قضيتها هناك، أي بمعدل ساعة واحدة يوميًا. لست فخورًا الآن بهذا التقصير، لكن في ذلك الوقت، كنت أشترك في هذا التوجّه مع أغلب زملائي من الطلاب. كنا نصطنع سيماء الضجر التام والشعور بأنه لا يوجد شيء يستحقّ بذل الجهد لأجله. وكانت إحدى نتائج إصابتي بالمرض هي تغيير كل ذلك. فعندما تواجه احتمال الموت في سن مبكرة، يجعلك هذا تدرك أن الحياة تستحق العيش، وأن هناك الكثير من الأشياء التي تريد تحقيقها.



مع نادي اليخوت فريق «نادي اليخوت» أثناء اللهو.

وبسبب عدم استعدادي جيدًا، كنت قد خطّطت لاجتياز الامتحان النهائي عن طريق حل مسائل الفيزياء النظرية وتجنّب الأسئلة التي تتطّلب معرفة واقعية. إلا أنني لم أنم في الليلة التي سبقت الامتحان بسبب التوتر العصبي، لذا لم يكن أدائي جيدًا جدًا في الامتحان. كانت درجتي تضعني بين التقديرين الممتاز والجيد جدًا، وكان لا بد من مقابلة الممتحنين ليحدّدوا أي تقدير سيمنحونني. وفي المقابلة، سألوني عن خططي المستقبلية. أجبتهم بأني أريد العمل في البحث العلمي؛ وقلت لهم إنهم لو أعطوني تقدير ممتاز، فسألتحق بكامبريدج، ولو أعطوني جيد جدًا، فسأبقى في أوكسفورد. وأعطوني تقدير ممتاز.

وكخطة احتياط، في حال لم أتمكن من الانخراط في المجال البحثي، تقدّمت بطلب للانضمام إلى الخدمة المدنية. فبسبب مشاعري تجاه الأسلحه النووية، لم أرغب في أي عمل ذي صلة بالدفاع. لذا ذكرت أنني أفضّل وظيفة في «وزارة الاشغال» (التي كانت في ذلك الوقت تعتني بالمباني العامة) أو وظيفة كاتب في مجلس العموم. وأثناء إجراء المقابلات الشخصية، ظهر جليًا أنني لم أكن أعرف حقًا ما هو عمل الكاتب في مجلس العموم، ومع ذلك اجتزت المقابلات، وكان كل ما تبقّى هو امتحان خطّي. إلا أنني بكل أسف نسيت أمر الامتحان تمامًا، ولم أحضره. كتبت لي لجنة الاختيار في الخدمة المدنية خطابًا لطيفًا قالوا فيه إنه يمكنني المحاولة مرة أخرى في العام المقبل، وإنهم لن يأخذوا مسألة عدم خوض الامتحان ضدي. وكان من حسن الحظ أنني لم أصبح موظف خدمة مدنية؛ فما كنت سأستطيع تدبر الأمر في ظل إعاقتي.



التخرّج في أوكسفورد.

في الإجازة الطويلة التي أعقبت الامتحان النهائي، قدّمت الكلية عددًا من منح السفر الصغيرة. ظننت أن فرصتي في الفوز بواحدة ستكون أكبر كلما بعدت الدولة التي أقترح الذهاب إليها. لذا قلت إنني أريد الذهاب إلى إيران. شرعت في رحلتي مع زميل آخر، هو جون إلدر، كان قد ذهب إلى هناك من قبل ويعرف لغة البلاد الفارسية. سافرنا بالقطار إلى إسطنبول، ثم إلى أرضروم في شرق تركيا، بالقرب من جبل أرارات. وبعد ذلك، كانت السكك الحديد تدخل الأراضي السوفييتية، لذا كان علينا أن نستقل حافلة عربية مليئة بالدجاج والأغنام إلى تبريز ثم طهران.



هوكينغ يحتفل مع أصدقائه.

وفي طهران، افترقت عن جون وسافرت جنوبًا بصحبة طالب آخر إلى أصفهان، وشيراز وبرسيبوليس - التي كانت عاصمة للملوك الفارسيين القدماء - والتي غزاها ونهبها الإسكندر الأكبر. وبعد ذلك عبرت الصحراء الوسطى إلى مدينة مشهد.

وفي طريق العودة إلى الوطن، تعرضت أنا ورفيق سفري، ريتشارد تشين، للزلزال الذي ضرب منطقة بوئين زهرا، والذي بلغت قوته 7.1 درجات والذي أدى إلى مقتل أكثر من 12 ألف إنسان. ولا بد أننا كنا بالقرب من مركز الزلزال، لكنني لم أشعر به لأنني كنت مريضًا وكنا على متن حافلة تتقافز فوق الطرق الإيرانية الوعرة. ولأننا لم نكن نعرف اللغة الفارسية، لم نعرف شيئًا عن تلك الكارثة إلا بعد أيام عدة قضيناها في تبريز، بينما كنت أتعافى من نوبة ديزنطاريا حادة وضلع مكسور نتيجة الارتطام بالمقعد الأمامي للحافلة. ولم نعرف بما حدث إلى أن وصلنا إسطنبول.

أرسلت بطاقة بريدية إلى والديَّ، اللذين كانا يترقبان بقلق أي خبر عني طوال عشرة أيام. كان آخر ما سمعاه مني هو أنني سأغادر طهران متوجّهًا نحو المنطقة التي ضربتها الكارثة في يوم حدوث الزلزال.

الفصل الرابع

كامبريدج

وصلت إلى جامعة كامبريدج كطالب في الدراسات العليا في أكتوبر عام 1962. كنت قد تقدمت بطلب للعمل مع فريد هويل، أشهر علماء الفلك البريطانيين في ذلك الوقت، والمدافع الرئيسي عن نظرية «الحالة المستقرة». وأقول إنه عالم فلك لأن علم الكونيات لم يكن معترَفًا به في ذلك الوقت كمجال شرعي. كنت أود إجراء أبحاثي مع هويل، وقد ألهمني لطلب ذلك حضوري لمقرر دراسي صيفي لتلميذ هويل، هو جينت نارليكار. غير أن هويل كان قد اكتفى بما لديه من طلاب بالفعل، لذا فقد جرى تسجيل اسمي مع دنيس سياما، الذي لم أكن قد سمعت عنه من قبل قط، وقد أصابني هذا بإحباط شديد.

لكن ربما كان ذلك هو الأفضل لي. كان هويل يغيب لأوقات طويلة، وما كنت سأحظى بقدر كبير من اهتمامه. أما سياما فقد كان متواجدًا معظم الوقت ويمكنني التحدّث معه. لم أكن أوافقه في كثير من أفكاره، ولا سيما «مبدأ ماخ» [1] Mach's Principle، الذي يعبّر عن فكرة أن الأجسام تكتسب قصورها الذاتي بسبب تأثير توزيع المادة الأخرى الموجودة في الكون، ولكن هذا حفّزني لتطوير تصوّر خاص بي للأمر.

عندما بدأت أبحاثي، كان المجالان اللذان بديا الأكثر إثارة هما علم الكونيات وفيزياء الجسيمات الأولية. وكان الأخير مجالًا نشطًا سريع التغير جذب إليه معظم العقول اللامعة، في حين كان علم الكونيات والنسبية العامة عالقين من دون تحقيق أي تقدم منذ ثلاثينات القرن العشرين. وقد حكى ريتشارد فاينمان، الفائز بجائزة نوبل وأحد أعظم الفيزيائيين في القرن العشرين، حكاية مسلية حول حضور مؤتمر عن النسبية العامة والجاذبية في وارسو عام 1962. إذ كتب يقول في خطاب بعث به إلى زوجته: «إنني لا أحقق أي استفادة من هذا المؤتمر. لا أتعلم شيئًا مطلقًا. فنظرًا لعدم وجود تجارب، يُعدّ هذا المجال خاملًا، لذا فإن قليلًا فقط من أصحاب العقول اللامعة هم الذي يعملون فيه. والنتيجة هي أنه يوجد الكثير من الحمقى هنا (126)، وهذا ليس بالأمر الجيد لضغط دمي... ذكّريني بعدم حضور أي مؤتمرات أخرى حول الجاذبية في المستقبل!».

بالطبع لم أكن أدري شيئًا من هذا عندما بدأت أبحاثي؛ لكنني شعرت بأن دراسة الجسيمات الأولية في ذلك الوقت كانت تشبه كثيرًا جدًا علم النباتات. كانت الكهروديناميكا الكمّيّة - نظرية الضوء والإلكترونات التي تحكم الكيمياء وبنية الذرّات - قد دُرِسَت واستُكشِفَت بشكل كامل تقريبًا في الأربعينات والخمسينات.

وكان الاهتمام قد تحوّل في ذلك الوقت إلى القوتين النوويتين الضعيفة والقوية التي تعمل بين

الجسيمات في نواة الذرة، ولكن لم يبدُ أن نظريات المجال المتشابهة تحقق نجاحًا في تفسير هاتين القوتين. وفي الواقع، كانت مدرسة كامبريدج تحديدًا، تعتبر أنه لا توجد نظرية مجال كامنة وراءهما.

وعوضًا عن ذلك، يتحدد كل شيء بواسطة مبدأ الوحدوية [2] unitarity - أي، حفظ الاحتمالات - وبعض الأنماط المميزة في تشتت الجسيمات. وبالنظر إلى الوراء الآن، يبدو لي مدهشًا أنه كان ثمة اعتقاد بأن هذا المنهج يمكن أن يفلح، ولكنني أتذكّر السخرية التي نالتها المحاولات الأولى لوضع نظريات مجال موحّدة للقوى النووية الضعيفة، وهي النظريات التي حلت محل منهج كامبريدج في النهاية. لقد أصبحت الأبحاث على «مصفوفة إس» التحليلية طي النسيان الآن، وكم أنا سعيد لأنني لم أبدأ أبحاثي بالعمل على الجسيمات الأولية؛ فما كان لأي من الأبحاث التي تعود إلى تلك الحقبة أن يُكتب له النجاح والبقاء.

من ناحية أخرى، كان علم الكونيات والجاذبية مجالين مُهمَلين وجاهزين للتطوير في ذلك الوقت. وعلى عكس الحال مع الجسيمات الأولية، كانت هناك نظرية واضحة المعالم - هي النسبية العامة - ولكن كان يُعتقد بأن تلك نظرية صعبة إلى حدِّ المستحيل. كان الناس يسعدون جدًا بالعثور على أي حل لمعادلات المجال لآينشتاين يشرح النظرية لدرجة أنهم لم يكونوا يتساءلون عن الأهمية الفيزيائية لهذا الحل، إن كانت له أهمية فيزيائية من الأساس. كانت هذه هى المدرسة القديمة في التعامل مع النسبية العامة، والتي صادفها فاينمان في وارسو. ومن المفارقات أن مؤتمر وارسو كان أيضًا بمثابة بداية لنهضة النسبية العامة، على الرغم من أن فاينمان لم يدرك ذلك في حينه، وله العذر في ذلك.

دخل المجال جيل جديد، وظهرت مراكز جديدة لدراسة النسبية العامة. وكان لاثنين من هذه المراكز أهمية خاصة لديَّ. كان أحدهما يقع في هامبورج بألمانيا، ويترأسه باسكوال يوردان. لم أزره قط، لكنني كنت شديد الإعجاب بالأبحاث الرائعة المنتجة هناك، والتي كانت على النقيض تمامًا من الأبحاث الفوضوية السابقة حول النسبية العامة. وكان المركز الآخر في كلية كينجز كوليدج في لندن، تحت رئاسة هيرمان بوندي.

ولأنني لم أكن قد درست الكثير من الرياضيات في سان ألبانز أو في مقرر الفيزياء السهل للغاية في أوكسفورد، اقترح سياما أن أعمل في الفيزياء الفلكية. ولكن لما كنت قد حُرِمت من العمل مع هويل، فلم أكن أنوي دراسة شيء ممل وروتيني مثل دوران فاراداي. لقد جئت إلى كامبريدج لدراسة علم الكونيات، وكنت عازمًا على دراسته. قرأت كتبًا قديمة عن النسبية العامة، وسافرت لحضور المحاضرات في كينجز كوليدج في لندن كل أسبوع، مع ثلاثة آخرين من طلاب سياما. عرفت المفردات والمعادلات، لكنني لم أشعر بانجذاب حقيقي نحو المجال.

عرَّفني سياما على ما يسمى ب«كهروديناميكا ويلر - فاينمان». وتقول هذه النظرية إن الكهرباء والمغناطيسية متناظرتان زمنيًا. ولكن، عندما يضيء أحدهم مصباحًا، فإن تأثير كل المادة الأخرى الموجودة في الكون هو الذي يتسبب في خروج موجات الضوء من المصباح، ولا يأتي الضوء من اللانهائية لينتهي به المطاف في المصباح.

ولكي تعمل كهروديناميكا ويلر - فاينمان، لا بد من أن يُمتص كل الضوء الخارج من المصباح بواسطة مادة أخرى في الكون. وهذا من شأنه أن يحدث إذا كان الكون في حالة مستقرة - حيث تكون كثافة المادة ثابتة - وليس في كون ناتج عن الانفجار الكبير؛ حيث تقل الكثافة مع توسّع الكون. وقد قيل إن هذا دليل آخر على أننا نعيش في كون ثابت في حالة مستقرة - لو كانت لا تزال ثمة حاجة إلى دليل آخر.

كان من المُفترض أن يفسر هذا مفهوم «سهم الزمن» Arrow of time[3]، أي السبب في زيادة الفوضى مع مرور الزمن وسبب تذكّرنا للماضي وليس المستقبل.

عُقِدَ مؤتمر حول كهروديناميكا ويلر - فاينمان وسهم الزمن في جامعة كورنيل عام 1963. كان فاينمان في غاية الاستياء من الهراء الذى قيل عن سهم الزمن لدرجة أنه رفض ذكر اسمه في محاضر جلسات المؤتمر. وقد أُشير إليه فقط باسم «السيد إكس»، غير أن الجميع كان يعرف هوية «السيد إكس».

اكتشفت أن هويل ونارليكار قد قاما بالفعل بدراسة كهروديناميكا ويلر - فاينمان في الأكوان المتوسّعة، ثم تابعا العمل على صوغ نظرية جديدة متناظرة زمنيًا حول الجاذبية. أماط هويل النقاب عن هذه النظرية في اجتماع «الجمعية الملكية» عام 1964. كنت بين الحضور في تلك المحاضرة، وفي فترة طرح الأسئلة، قُلت إن تأثير كل المادة في كون ثابت في حالة مستقرة يجعل الكتلة لا نهائية. سألني هويل لماذا قلت ذلك، فأجبته بأنني قد أجريت حساباتي. ظن الجميع أنني أعني أنني أجريت الحسابات في رأسي أثناء المحاضرة، ولكنني في واقع الأمر كنت أتشارك مكتبًا مع نارليكار وكنت قد رأيت مسودة البحث مسبقًا، وهو ما أتاح لي إجراء الحسابات قبل الاجتماع.

استشاط هويل غضبًا؛ فقد كان يحاول إنشاء معهد خاصٍّ به، وهدد بالانضمام إلى هجرة العلماء إلى أمريكا ما لم يحصل على المال اللازم. وقد ظن بأنه جرى دفعي لقول ما قلت بهدف إحباط خططه. إلا أنه تمكّن من تأسيس معهده، ومنحني وظيفة فيه لاحقًا، لذا كان واضحًا أنه لم يحمل لي ضغينة.

في عامي الأخير في أوكسفورد، لاحظت أنني أزداد تعسرًا وارتباكًا. ذهبت إلى الطبيب بعد أن سقطت على الدرج، ولكن كل ما قاله لي هو: «توقف عن تناول البيرة».

ازدادت حالة الارتباك أكثر وأكثر بعد انتقالي إلى كامبريدج. ففي الكريسماس، عندما ذهبت للتزلج على البحيرة في سان ألبانز، سقطت ولم أستطع النهوض.

لاحظت أمي هذه المتاعب الصحية واصطحبتني إلى طبيب الأسرة. أحالني الطبيب إلى أخصائي، وبعد فترة قصيرة من عيد ميلادي الحادي والعشرين، دخلت المستشفى لإجراء بعض الفحوصات. بقيت هناك لمدة أسبوعين كاملين، أُجريت لي خلالهما مجموعة متنوعة من الفحوصات. أخذوا عينة عضلية من ذراعي، ووصلوا جسدي بأقطاب كهربائية، ومن ثم حقنوا سائلًا لا يسمح لموجات الراديو بالنفاذ عبر العمود الفقري، وعن طريق الأشعة السينية راقبوا هذا السائل يصعد ويهبط بينما

كانوا يميلون السرير. وبعد كل ذلك، لم يخبروني ما بي، إلا أنهم قالوا إنه ليس مرض التصلب ا لـ مـ تـ عـ د د Multiple sclerosis[4]

وقالوا إنني أُعد حالة شاذة غير معتادة. إلا إنني استنتجت من كلامهم أنهم يتوقّعون أن الوضع سيستمر في التدهور، وأنه ليس بوسعهم أن يفعلوا شيئًا سوى إعطائي الفيتامينات، على الرغم من أنني كنت أدرك أنهم لا ينتظرون أن يكون لها تأثير يُذكر. لم أسأل عن أي تفاصيل إضافية في ذلك الوقت، لأنه كان من الواضح أنه ليس لديهم شيء ذي قيمة يخبرونني به.

كان إدراكي أنني مصاب بمرض لا شفاء منه، ومن المرجح أنه سيقتلني في غضون بضع سنوات قليلة بمثابة صدمة. كيف يمكن أن يحدث لي شيء كهذا؟ لكن أثناء وجودي في المستشفى، كنت قد رأيت طفلًا لا أعرفه يموت بمرض اللوكيميا في الفراش المقابل لي، ولم يكن المنظر جميلًا. كان من الواضح أن ثمة أشخاصًا أسوأ مني حالًا؛ فعلى الأقل، حالتي لم تجعلني أشعر بأنني مريض. ومتى شعرت بأنني أميل للأسف على نفسي، تذكّرت ذلك الصبي.

ولما كنت لا أعرف ما الذي سيحدث لي، أو مدى سرعة تدهور حالتي، فلم أكن على يقين من أي شيء. نصحني الأطباء بأن أعود إلى كامبريدج وأواصل البحث الذي كنت قد بدأت فيه للتو حول النسبية العامة وعلم الكونيات. لكنني لم أكن أحقق تقدمًا لأنني لم أكن أمتلك معرفة كبيرة بالرياضيات؛ وعلى أية حال، كان من الصعب عليَّ التركيز بينما أعرف أنني ربما لا أعيش بما يكفي لنيل الدكتوراه. شعرت بأنني شخصية مأساوية إلى حد ما.

بدأت بالاستماع إلى موسيقى فاغنر، غير أن التقارير التي ظهرت في مقالات الصحف والتي أفادت بأنني كنت أشرب الكحوليات بكثرة في ذلك الوقت تُعدّ من المبالغات. فما إن ذكر أحد المقالات ذلك حتى تداولته مقالات أخرى لأن هذا يضفي إثارة على القصة، وفي النهاية ظن الجميع بأن أي شيء يظهر في الصحف لمرات عدة لا بد من أن يكون صحيحًا.

إلا أن أحلامي في ذلك الوقت كانت مضطربة بشدة. فقبل تشخيص حالتي، انتابني ملل شديد من الحياة. لم يبدُ لي أن ثمة أي شيء يستحق فعله. لكن بعد خروجي من المستشفى بوقت قصير، حلمت بأنني سأُعدم. وأدركت فجأة أن ثمة الكثير من الأشياء المهمة التي يمكنني أن أفعلها إذا أُرجئ تنفيذ الحكم وأمهلني القدر بعض الوقت. وراودني حلم آخر مرات عدة بأنني سأضحي بحياتي من أجل إنقاذ الآخرين. وفي النهاية، إذا كنت سأموت على أي حال، فسيكون من الأفضل أن أفعل بعض الخير.

لكني لم أمت. وفي الواقع، على الرغم من وجود تلك السحابة المخيّمة على مستقبلي، وجدت - على نحو أدهشني - أنني أستمتع بالحياة. والأمر الذي أحدث الفارق حقًّا هو أنني خطبت فتاة تُدعى جين وايلد، كنت قد قابلتها في الوقت الذي شُخِّصت فيه حالتي بمرض عصبي حركي (معروف في أمريكا باسم «التصلب الجانبي الضموري» ALS[5]). وقد منحتني خطبتي لجين سببًا أعيش من أجله.



جولة على قارب مع جين.

كان لا بد لي من الحصول على وظيفة إذا كنا نرغب في الزواج، ولكي أحصل على وظيفة، كان لزامًا عليَّ إنهاء رسالة الدكتوراه. لذا بدأت العمل لأول مرة في حياتي.

وعلى نحو أدهشني حقًّا، وجدت أنني أحب هذا الأمر. لكن ربما ليس من الإنصاف أن نطلق عليه اسم العمل. فقد قال أحدهم ذات مرة إن العلماء والعاهرات يتلقون أجورهم مقابل القيام بما يستمتعون به.

من أجل إعالة نفسي أثناء دراساتي، تقدّمت بطلب للحصول على الزمالة البحثية في كلية جونفيل أند كيوس كوليدج، وهي كلية داخل جامعة كامبريدج. ولأن حالتي المرضية المتزايدة جعلت من الصعب عليَّ الكتابة اليدوية أو على الآلة الكاتبة، تمنّيت أن تكتب جين الطلب. ولكن حين جاءت لزيارتي في كامبريدج، كانت ذراعها مكسورة ومحاطة بالضمادات. ولا بد من أن أعترف بأنني كنت أقل تعاطفًا مما يجب. غير أن الذراع المكسورة كانت ذراعها اليسرى، لذا فقد كانت قادرة على كتابة الطلب الذي أمليته عليها، ثم جعلت شخصًا آخر يكتبه على الآلة الكاتبة.

في الطلب الذي كتبته، كان ينبغي ذكر اسم شخصين يمكنهما تقديم توصيات بشأن عملي. اقترح المشرف على رسالتي أن أطلب من هيرمان بوندي أن يكون واحدًا منهما. كان بوندي آنذاك أستاذًا للرياضيات في كينغز كوليدج لندن، وخبيرًا في النسبية العامة. كنت قد التقيته بضع مرات، وكان قد قدم أحد أبحاثي للنشر في مجلة «الجمعية الملكية». طلبت منه بعد محاضرة ألقاها في كامبريدج أن يقدّم توصية لتوظيفي، فنظر إليَّ بطريقة غامضة ورد بالقول إنه سوف يفعل ذلك. من الواضح أنه لم يتذكّرني، لأنه عندما كتبت إليه الكلية أن يقدم التوصية، أجابهم بأنه لم يسمع بي من قبل. في وقتنا الحالي، يوجد الكثير ممن يتقدمون بطلبات لنيل الزمالة البحثية في الكليات، بحيث إنه إذا قال أحد المرشحين لتقديم التوصية إنه لا يعرف المتقدم، فستكون فرصته قد انتهت. لكن في زمني، كانت الأمور أكثر هدوءًا. أرسلت لي الكلية لتخبرني بشأن الرد المحرج الذي حصلوا عليه، واستطاع

المشرف التواصل مع بوندي وإنعاش ذاكرته. وبعد ذلك كتب لي بوندي خطاب توصية كان على الأرجح أفضل كثيرًا مما كنت أستحق. حصلت على الزمالة البحثية، وأصبحت زميل كلية كيوس منذ ذلك الحين.

كانت الزمالة تعني أنني أنا وجين نستطيع إتمام زواجنا، وهو ما فعلناه في يوليو عام 1965. قضينا أسبوع شهر العسل في مقاطعة سافك، وكان هذا كل ما أستطيع تحمل نفقته. وبعد ذلك ذهبنا إلى مدرسة صيفية تُدرّس النسبية العامة في جامعة كورنيل.

كانت هذه غلطة؛ فقد أقمنا في مهجع مليء بأزواج لديهم أطفال صغار صاخبون، وهو الأمر الذي وضع ضغطًا كبيرًا على زواجنا. لكن من نواحٍ أخرى، كانت المدرسة الصيفية مفيدة للغاية بالنسبة إليَّ لأني التقيت بالعديد من الشخصيات الرائدة في المجال.

في بداية زواجنا، كانت جين لا تزال طالبة بجامعة ويستفيلد كوليدج لندن. لذلك كان عليها أن تذهب من كامبريدج إلى لندن أثناء الأسبوع لاستكمال دراستها.

كان مرضي يتسبب في ضعف عضلي متزايد، وهو ما جعل المشي أكثر صعوبة، لذا كان علينا إيجاد منزل في موقع مركزي بحيث يمكنني الاعتماد على نفسي. طلبت مساعدة الكلية، ولكن أمين الصندوق قال لي إن سياسة الكلية لا تسمح بمساعدة زملاء الكلية في ما يخصّ المسكن. لذلك سجلنا اسمنا لاستئجار إحدى شقق مجموعة سكنية جديدة يجري بناؤها في منطقة السكن، في موقع مناسب. (اكتشفت بعد سنوات أن تلك الشقق كانت مملوكة للجامعة في واقع الأمر، لكنهم لم يخبروني بذلك). لكن عندما عدنا إلى كامبريدج بعد قضاء أحد فصول الصيف في أمريكا، وجدنا أن الشقق ليست جاهزة بعد.



زفافي إلى جين.

وكنوع من التنازل الكبير، قدم لنا أمين الصندوق غرفة في فندق مخصص لطلبة الدراسات العليا. قال لنا: «إننا نطلب في المعتاد اثني عشر شلنًا وستة بنسات في الليلة لهذه الغرفة. لكن لأنكما اثنان في الغرفة، سنأخذ خمسة وعشرين شلنًا». قضينا هناك ثلاث ليالٍ فقط قبل أن نجد منزلًا صغيرًا على بُعد مائة ياردة تقريبًا من قسمي في الجامعة. كان المنزل ملكًا لكلية أخرى، وقد أجّرته لواحد من زملاء الكلية، وكان قد انتقل مؤخرًا إلى منزل في ضواحي المدينة، وقام بتأجيره لنا من الباطن مدة الأشهر الثلاثة المتبقية في عقد الإيجار.

خلال تلك الأشهر الثلاثة، وجدنا منزلًا آخر متاحًا للإيجار في الطريق نفسه. استدعت إحدى الجارات صاحبة المنزل من دورسِت وقالت لها إنه من العار أن يكون منزلها شاغرًا في حين يبحث الشبان عن مكان للإقامة؛ لذا فقد أجّرت لنا المنزل. وبعد أن عشنا فيه لبضع سنوات، أردنا شراءه وترميمه، لذا طلبت قرضًا عقاريًا من كليتي. أجرت الكلية دراسة مسحية ووجدت أن المنزل يعد مخاطرة غير مأمونة، ولذلك حصلنا على قرض من مكان آخر في نهاية المطاف، وأعطاني والدايَ المال اللازم لترميمه.

كان الوضع في كلية كيوس في ذلك الوقت يذكّر بشيء من روايات سي. بي. سنو. كان ثمة انقسام مرير في مسألة الزمالة منذ ما يسمى «ثورة الفلاحين»، التي تجمَّع فيها عدد من صغار الزملاء للتصويت على طرد كبار الزملاء من مواقعهم. كان هناك معسكران: في أحدهما وقف الرئيس وأمين الصندوق، ووقف في المعسكر الآخر حزب أكثر تقدمية أراد إنفاق قدر أكبر من الثروة الضخمة للكلية على أهداف أكاديمية. استغل الحزب التقدّمي اجتماعًا لمجلس الكلية غاب عنه الرئيس وأمين الصندوق لانتخاب ستة زملاء من الباحثين، وكنت أنا واحدًا منهم.

وفي أول اجتماع حضرته في الكلية، كانت هناك انتخابات لمجلس الكلية. كان الزملاء الباحثون الجدد الآخرون قد أُعلِموا بمن يجب عليهم التصويت لهم، لكنني كنت ساذجًا تمامًا وقمت بالتصويت لمرشحين من كلا الحزبين. فاز الحزب التقدمي بالغالبية في مجلس الكلية، واستقال السير نيفيل موت (الذي فاز لاحقًا بجائزة نوبل عن أبحاثه في مجال فيزياء المادة المكثفة) غاضبًا. غير أن الرئيس

التالي، جوزيف نيدام (مؤلف كتاب التاريخ متعدد الأجزاء عن العلوم في الصين)، عالج الجراح، واستعادت الكلية هدوءها النسبي منذ ذلك الحين.

وُلِدَ طفلنا الأول، روبرت، بعد عامين من زواجنا. وبعد وقت قصير من ولادته، أخذناه إلى اجتماع علمي في سياتل. ومرة أخرى، كانت تلك غلطة؛ فلم أكن قادرًا على تقديم عون يُذكر في رعاية الطفل بسبب إعاقتي المتزايدة، وكان على جين التكيف مع الأمر والاعتماد على نفسها فقط، وقد أصابها الإرهاق الشديد بسبب ذلك. وتفاقم تعبها بسبب المزيد من رحلات السفر التي قمنا بها في الولايات المتحدة بعد تواجدنا في سياتل. يعيش روبرت الآن في سياتل مع زوجته كاترينا وطفليهما، جورج وروز، لذا فمن الواضح أن التجربة التي عرّضناه لها لم تترك لديه ندوبًا.



مع طفلي الأول، روبرت.

-



جين وروبرت.

ولدت طفلتنا الثانية، لوسي، بعد نحو ثلاث سنوات في إصلاحية قديمة للأحداث كانت في ذلك الوقت تُستخدم كمستشفى للولادة. خلال فترة الحمل، كان علينا الانتقال إلى كوخ مسقوف بالقش مملوك لبعض الأصدقاء بينما كنا نجري بعض التوسيعات في منزلنا. وعدنا إلى منزلنا قبل بضعة أيام فحسب من الولادة.

الفصل الخامس

الأمواج الثقالية

في العام 1969، أشار جوزيف ويبر إلى أنه رصد حدوث موجات ثقالية، باستخدام كواشف تتكوّن من عمودين من الألومنيوم معلَّقَيْن في الفراغ. عندما تأتي الموجة الثقالية، فإنها تمدِّد الأشياء في اتجاه معين (عمودي على اتجاه انتقال الموجة) وتضغطها في الاتجاه الآخر (عموديًا على الموجة). وهذا يجعل أعمدة الألومنيوم تتذبذب عند ترددها الرنيني - 1660 دورة في الثانية - ويتم اكتشاف هذه الذبذبات بواسطة بلّورات مربوطة بالأعمدة. زرت ويبر بالقرب من برينستون في أوائل عام وتفحّصت أجهزته. وبعيني غير المدربة، لم أتمكن من رؤية أي خطأ بها، لكن النتائج التي كان ويبر يدّعيها كانت مذهلة بحق. إن المصادر الوحيدة المحتملة لحدوث موجات ثقالية قوية بما يكفي لتحريك أعمدة ويبر هي انهيار نجم ضخم لتشكيل ثقب أسود، أو تصادم واندماج ثقبين أسودَين. ولا بد أن تكون هذه المصادر قريبة؛ أي داخل نطاق مجرَّتنا. كانت التقديرات السابقة لوقوع مثل هذه الأحداث تشير إلى أنها تحدث مرة كل قرن من الزمن، لكن ويبر كان يزعم أنه يرى انفجارًا أو اثنين يوميًا. وكان هذا سيعني أن المجرَّة تفقد كتلتها بمعدل لا يمكن أن يكون قد استمر على مدار عمر المجرة؛ وإلا لما تبقى منها شيء إلى الآن.

عندما عدت إلى إنجلترا، قرّرت أن ادعاءات ويبر المذهلة تحتاج إلى تأكيد مستقل. كتبت بحثًا مع طالبي غاري جيبونز عن نظرية اكتشاف الموجات الثقالية، واقترحنا فيه تصميم كاشف أكثر حساسية. وعندما بدا أنه لا أحد يعتزم صنع مثل هذا الكاشف، اتخذنا أنا وغاري خطوة متهوّرة - بالنسبة لعلماء الفيزياء النظرية - وتقدّمنا بطلب لمجلس الأبحاث العلمية للحصول على منحة لصنع جهازين كاشفَيْن. (يحتاج المرء إلى رؤية نتائج متزامنة متطابقة بين كاشفَين على الأقل بسبب الإشارات الزائفة الناتجة عن الضوضاء والاهتزازات الأرضية). مسح غاري مستودعات بقايا الحرب بحثًا عن غرف إزالة الضغط لاستخدامها كغرف فراغ في حين بحثت أنا عن مواقع مناسبة.

وفي نهاية المطاف، عقدنا اجتماعًا مع مجموعات أخرى كانت مهتمة بالتحقّق من ادعاءات ويبر في مجلس الأبحاث العلمية في الطابق الثالث عشر من أحد المباني الشاهقة في لندن. ولما كانت هناك مجموعات أخرى تتابع المشروع، سحبت أنا وغاري طلبنا. وهكذا نجونا بأعجوبة من تلك المغامرة! كانت إعاقتي المتزايدة لتجعلني رجل تجارب ميئوسًا منه. ومن الصعب للغاية أن يترك المرء بذاته بصمة في موضوع تجريبي؛ فعادة ما تكون أعمال التجريب مجرد جزء من فريق كبير يجري تجربة تستغرق سنوات. وعلى الجانب الآخر، يمكن لعالم الفيزياء النظرية أن يخرج بفكرة جديدة في ظهيرة يوم واحد، أو، كما في حالتي، أثناء الخلود إلى النوم، ويكتب ورقة بحثية بنفسه أو بالاشتراك مع واحد أو اثنين من زملائه ليصنع لنفسه اسمًا وسمعة.

أصبحت كواشف الأمواج الثقالية أكثر حساسية منذ سبعينات القرن العشرين. وتستخدم الكواشف

الحالية نطاقات ليزرية لمقارنة أطوال ذراعين يشكلان زوايا قائمة. وتمتلك الولايات المتحدة اثنين من مراصد ليجو LIGO[6].
وعلى الرغم من أن هذه الكواشف الحديثة أكثر حساسية بعشرة ملايين مرة من كاشف ويبر، فإنها لم تحقّق حتى الآن اكتشافًا يُعتَدّ به للأمواج الثقالية[7]. ولكم يسعدني أنني ظللت عالمًا في الفيزياء النظرية ولم أتحوّل إلى التجريب.

الفصل السادس
الانفجار الكبير

كان السؤال الأهم في علم الكونيات في أوائل ستينات القرن العشرين هو ما إذا كان للكون بداية أم لا. كان العديد من العلماء يعارضون الفكرة على نحو غريزي، وبالتالي يعارضون نظرية الانفجار الكبير، لأنهم كانوا يظنّون بأن لحظة بداية الخلق ستكون لحظة ينهار فيها العلم؛ وسيكون على المرء حينها اللجوء إلى الدين والقدرة الإلهية لتحديد كيفية بدء الكون في الوجود.

لذا طُرِحَ سيناريوان بديلان لتلك النظرية؛ أحدهما هو نظرية الحالة المستقرّة، والتي تنص على أنه مع توسّع الكون، تنشأ باستمرار مادة جديدة للحفاظ على ثبات الكثافة في المتوسط. ولم تكن نظرية الحالة المستقرّة قائمة على أساس نظري قوي قط، لأنها كانت تتطلّب مجال طاقة سلبي لخلق المادة الجديدة؛ وهذا من شأنه أن يجعلها غير مستقرّة وعرضة لإنتاج المادة والطاقة السلبية على نحو منفلت غير خاضع للسيطرة. لكن النظرية كانت تتمتع بميزة كبيرة تتمثّل في إنتاج تنبؤات محدّدة يمكن اختبارها عن طريق الرصد.

وبحلول العام 1963، كانت نظرية الحالة المستقرة تواجه المتاعب بالفعل. فقد أجرت مجموعة مارتن رايل لعلم الفلك الراديوي في مختبر كافنديش مسحًا للمصادر الخافتة للإشعاع الراديوي، ووجدوا أن المصادر موزّعة بانتظام كبير عبر السماء. وقد أشار هذا إلى أن تلك المصادر تقع خارج مجرتنا على الأرجح، وإلا فإنها كانت ستكون مُركزة على طول مجرة درب التبانة. غير أن الرسم البياني لعدد المصادر في مقابل قوتها لم يوافق تنبؤات نظرية الحالة المستقرة. لقد كان هناك العديد من المصادر الخافتة، على نحو يشير إلى أن كثافة المصادر كانت أعلى في الماضي البعيد.

قدم هويل وأنصاره تفسيرات ملفقة على نحو واضح لنتائج الرصد، ولكن المسمار الأخير في نعش نظرية الحالة المستقرة جاء في العام 1965 مع اكتشاف خلفية خافتة لإشعاع الموجات الميكروية. (يشبه هذا الإشعاع الأشعة الميكروية في فرن الميكروويف ولكن بدرجة حرارة أقل كثيرًا، قدرها 2.7 درجتان كلفنية[8] فحسب، وهي قيمة صغيرة فوق الصفر المطلق). لم يكن بالإمكان تفسير هذا الإشعاع في نظرية الحالة المستقرة، رغم أن هويل ونارليكار بذلا محاولات يائسة لإيجاد تفسير.

وكان من الجيد أنني لم أكن طالبًا لدى هويل، لأنني كنت سأضطر للدفاع عن نظرية الحالة المستقرّة.

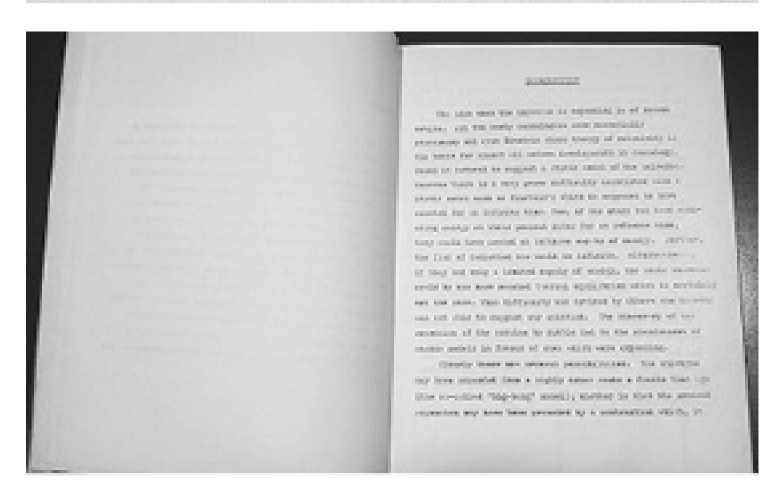
أشار إشعاع الخلفية الكونية الميكروي إلى أن الكون قد مر بمرحلة ساخنة وكثيفة في الماضي؛ لكنه لم يثبت أن هذه المرحلة كانت هي بداية الكون. فبوسع المرء أن يتخيل أن الكون كانت له مرحلة انكماش سابقة وأنه قد تحوّل بعد ذلك من الانكماش إلى التمدد، بكثافة مرتفعة ولكنها ليست لا نهائية. وكان من الواضح أن التساؤل عما إذا كان الوضع كذلك حقًّا أم لا هو تساؤل جوهري، وكان هو بالضبط ما أحتاج إليه لإكمال أطروحتي لدرجة الدكتوراه.

الجاذبية تجمع المادة بعضها إلى بعض، غير أن الدوران يفرّقها ويباعد بينها. لذا كان سؤالي الأول هو ما إذا كان الدوران يمكن أن يتسبّب في ارتداد الكون وتوسّعه.

واستطعت، بالاشتراك مع جورج إليس، إثبات أن الإجابة هي لا، إذا كان الكون متجانسًا مكانيًا؛ أي إذا كان متساويًا في كل نقطة في الفضاء. ولكن عالمان روسيان، هما إفجيني ليفشتز وإيزاك خلاتنيكوف، زعما أنهما أثبتا أن انكماشًا عامًا من دون تناظر دقيق سيؤدي دائمًا إلى ارتداد، مع بقاء الكثافة محدودة ونهائية. كانت هذه النتيجة ملائمة تمامًا لمذهب المادية الجدلية الماركسية اللينينية لأنها تتجنّب الأسئلة الصعبة بشأن خلق الكون؛ لذا فقد أصبحت بمثابة عقيدة راسخة لا تقبل الجدل لدى العلماء السوفييت.

INTRODUCTION

The idea that the universe is expanding is of recent origin. All the early cosmologies were essentially stationary and even Einstein whose theory of relativity is the basis for almost all modern developments in cosmology, found it natural to suggest a static model of the universe. However there is a very grave difficulty associated with a static model such as Einstein's which is supposed to have existed for an infinite time. For, if the stars had been r



رسالتي العلمية التي اكتملت بعد تأخير كبير.

كان ليفشتز وخلاتنيكوف عضوين في المدرسة القديمة للنسبية العامة؛ بمعنى أنهما كتبا منظومة هائلة من المعادلات وحاولا تخمين حل ما. لكن لم يكن واضحًا ما إذا كان الحل الذي وجداه هو الحل الأكثر عمومية. فقد قدم روجر بنروز منهجًا جديدًا، لم يكن يتطلّب حل معادلات مجال آينشتاين بالتفصيل، وإنما بعض الخصائص العامة المحدّدة، مثل كون الطاقة إيجابية والجاذبية جاذبة. قدمّ بنروز ندوة حول هذا الموضوع في كينغز كوليدج لندن في يناير عام 1965. لم أحضر تلك الندوة، لكنني سمعت عنها من براندون كارتر، الذي شاركته أحد المكاتب في قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية الجديد في كامبريدج الكائن في شارع سيلفر ستريت.

في البداية، لم أفهم جوهر المسألة. لقد بيَّن بنروز أنه ما إن ينكمش نجم محتضر ليصل إلى نصف قطر معين، فحتمًا سوف تكون هناك متفردة Singularity[9]؛ أي لحظة يتوقّف عندها المكان والزمان. قلت في نفسي إننا نعلم بالتأكيد أنه ما من شيء يمكنه أن يمنع نجمًا باردًا ضخمًا من الانهيار تحت ثقل جاذبيته حتى يصل إلى متفرّدة ذات كثافة لا نهائية. غير أن المعادلات التي جرى حلها في الواقع هي فقط تلك الخاصة بانهيار نجم «مكتمل الكروية»، وبالطبع لن يكون هناك نجم حقيقي مكتمل الكروية. فإذا كان ليفشتز وخلاتنيكوف محقّين، فإن الانحرافات عن التماثل الكروي للنجم ستتعاظم مع انهيار النجم، وسوف تتسبب في افتقاد أجزاء

مختلفة من النجم بعضها بعضًا، وهكذا يتم تفادي تشكّل متفرّدة ذات كثافة لا نهائية. لكن بنروز أثبت أنهما مخطئان: فالانحرافات الصغيرة عن التماثل الكروي لن تمنع تشكّل المتفرّدة.

أدركت أنه يمكن استخدام حجج مماثلة مع تمدّد الكون. وفي هذه الحالة، استطعت أن أثبت أنه كانت هناك مناطق متفرّدة في بداية الزمكان. لذا فقد كان ليفشتز وخلاتنيكوف مخطئين مرة أخرى. لقد تنبأت النسبية العامة بأن الكون لا بد أن تكون له بداية، وهي نتيجة لم تغفل عنها الكنيسة بالطبع.

تطلّبت النظريتان الأصليتان للمتفردات اللتين وضعناهما، أنا وبنروز، افتراض أن للكون سطح كوشي Cauchy surface[10]، أي سطح يتقاطع مع مسار كل جسيم مرة واحدة فقط. لذا فمن المحتمل أن نظريتي المتفردات الأصليتين كانتا ببساطة تثبتان أن الكون ليس له سطح كوشي. ورغم أن هذا أمر مثير للاهتمام، فإنه لا يقارن في أهميته بوجود بداية أو نهاية للزمن. ولذلك شرعت في إثبات نظرية عن المتفردات لا تتطلّب افتراض سطح كوشي للكون.

في السنوات الخمس التالية، طوّرت أنا، وروجر بنروز، وبوب جيروش نظرية البنية السببية في النسبية العامة. كان شعورًا رائعًا أن يكون لنا مجال علمي كامل مسجّل باسمنا. وكم كان هذا مناقضًا لما يحدث في مجال فيزياء الجسيمات، حيث كان العلماء يهرولون فقط من أجل استيعاب أحدث الأفكار في المجال. وما زالوا يفعلون.

كتبت شيئًا عن النظرية في مقال فاز بجائزة آدامز في جامعة كامبريدج العام 1966. وكان هذا المقال هو الأساس لكتاب «الهيكل الكبير للزمكان»، الذي كتبته بالاشتراك مع جورج إليس ونشرته كامبريدج يونيفرسيتي برس في العام 1973. ولا يزال الكتاب يُطبع حتى الآن لأنه يُعد عمليًا القول الفصل حول البنية السببية للزمكان: أي، تحديد قطب الزمكان الذي يمكنه أن يؤثّر على الحوادث في نقاط أخرى. وأود أن أحذّر عامة القراء من محاولة قراءة الكتاب؛ فهو متخصّص للغاية وقد كتبته في وقت كنت أحاول فيه أن أكون صارمًا ودقيقًا بقدر ما يكون عالم الرياضيات صارمًا ودقيقًا. أما في وقتنا الحالي، فأنا أكثر اهتمامًا بأن أكون مصيبًا لا بأن أكون بارعًا. وعلى أي حال، يكاد يكون من المستحيل أن تكون دقيقًا في فيزياء الكم، لأن المجال كله يقوم على أساس رياضي هش للغاية.

الفصل السابع

الثقوب السود

ترجع فكرة الثقوب السود إلى أكثر من مائتي عام؛ ففي العام 1783، نشر زميل جامعة كامبريدج، جون ميشيل، بحثًا في مجلة Philosophical Transactions of the Royal Society of London، حول ما سماه «النجوم المظلمة». وأشار جون في بحثه إلى أن النجوم الضخمة ذات الحجم الهائل والضغط الشديد بما فيه الكفاية سيكون لها مجال جاذبية لا يستطيع الضوء أن يفلت منه. وأي ضوء ينبعث من سطح النجم سوف يتم سحبه مرة أخرى بفعل جاذبية النجم قبل أن يتمكّن من الابتعاد.

وأشار ميشيل إلى أنه قد يكون هناك عدد كبير من مثل هذه النجوم. وعلى الرغم من أننا لن نستطيع رؤيتها، لأن ضوءها لن يصل إلينا، فإننا سنظل نشعر بقوة جذبها. وهذه الأجسام هي تلك التي نسميها اليوم الثقوب السود، لأن تلك هي حقيقتها: فراغات سود في الفضاء. وقد قدّم عالم فرنسي، هو ماركيز دي لا بلاس، اقتراحًا مشابهًا بعد بضع سنوات، على نحو مستقل عن ميشيل. وعلى نحو مثير للاهتمام، ضمَّن لا بلاس فكرته في الطبعة الأولى والثانية فقط من كتابه «نظام العالم» The System of the World، وحذفها من الطبعات التالية. لعلّه تصوّر أنها فكرة مجنونة.

اعتقد كل من ميشيل ولا بلاس بأن الضوء يتكوّن من جسيمات، أشبه بقذائف المدفع، ويمكن إبطاء سرعتها بفعل الجاذبية وجعلها تسقط عائدة مرة أخرى نحو النجم. ولم يكن هذا متوافقًا مع تجربة مايكلسون - مورلي، التي أجرياها عام1887، والتي أوضحت أن الضوء دائمًا ما ينتقل بالسرعة نفسها. ولم تظهر نظرية متّسقة حول تأثير الجاذبية على الضوء حتى العام 1915، حين وضع آينشتاين قانون النسبية العامة. وباستخدام النسبية العامة، أوضح روبرت أوبنهايمر وطالباه جورج فولكوف وهارتلان سنايدر في العام 1939 أن النجوم التي تستنفد وقودها النووي لا يمكنها دعم نفسها في مواجهة الجاذبية إذا كانت كتلتها أكبر من حدٍّ معيَّنٍ، قريب من كتلة الشمس. والنجوم التي استهلكت وقودها والتي تزيد كتلتها على هذا الحد سوف تنهار على ذاتها وتشكّل ثقوبًا سودًا تحتوي على متفردات ذات كثافة لا نهائية. وعلى الرغم من أن الثقوب السود كانت تُعد أحد تنبؤات النسبية العامة لآينشتاين، فإن آينشتاين نفسه لم يتقبل قط فكرة وجود الثقوب السود، أو أن المادة يمكن ضغطها لتصل إلى كثافة لا نهائية.

بعد ذلك نشبت الحرب العالمية الثانية وجعلت أوبنهايمر يوجّه جهوده نحو صنع القنبلة الذرية. وبعد الحرب، كان الناس أكثر اهتمامًا بالفيزياء الذرية والنووية وأهملوا دراسة الانهيار الجاذبي والثقوب السود لأكثر من عشرين عامًا.

تجدّد الاهتمام بالانهيار الجاذبي في أوائل ستينات القرن العشرين مع اكتشاف الكوازارات quasars[11]،
وهي أجسام بعيدة جدًا ومصادر ضوئية وراديوية مدمجة وقوية للغاية. وكانت الآلية الوحيدة المقبولة التي يمكن أن تفسر إنتاج كل هذه الطاقة الهائلة في مثل هذه المنطقة الصغيرة من الفضاء هي سقوط المادة نحو ثقب أسود. أعيد اكتشاف أعمال أوبنهايمر وبدأ العلماء في العمل على نظرية الثقوب السود.

توصّل فيرنر إسرائيل في العام 1967 إلى نتيجة مهمة؛ إذ أوضح أنه ما لم تكن بقايا النجم المنهار غير الدوار كاملة الكروية، فستكون المتفردة التي تحتويها ظاهرة للعيان؛ أي إنها ستكون مرئية للراصدين الخارجيين. وكان هذا سيعني انهيار النسبية العامة في منطقة المتفردة الخاصة بالنجم المنهار، مما يدمّر قدرتنا على التنبؤ بمستقبل بقية الكون.

في البداية، ظن غالبية العلماء - بمن فيهم فيرنر نفسه - أن هذا يعني ضمنيًا أنه نظرًا لأن النجوم الحقيقية ليست كروية تمامًا، فإن انهيارها سيؤدي إلى ظهور متفردات ظاهرة وانهيار قدرتنا على التنبؤ. غير أن روجر بنروز وجون ويلر قدّما تفسيرًا مختلفًا مفاده أن بقايا الانهيار الجاذبي لنجم غير دوار سرعان ما سيستقر في حالة كروية. وقد أشارا إلى وجود رقابة كونية: فالطبيعة صارمة وتُخفي المتفردات في الثقوب السود، حيث لا يمكن رؤيتها.

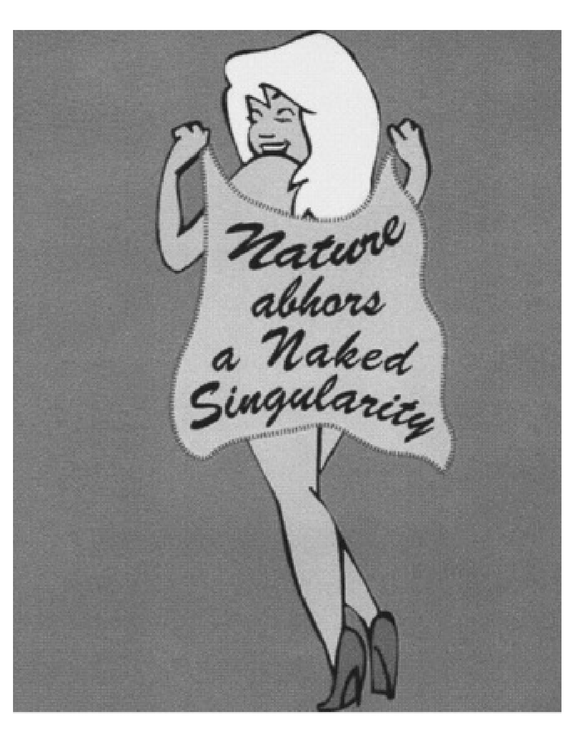
كان ثمة لافتة معلّقة على باب مكتبي في قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية مكتوب عليها «الثقوب السود خارج نطاق الرؤية». أزعج هذا رئيس القسم كثيرًا بحيث إنه رتب لاختياري لكرسي أستاذية الرياضيات، ونقلني إلى مكتب أفضل بناءً على ذلك، ومزق هو شخصيًا اللافتة المهينة التي كانت معلّقة على باب مكتبي القديم.

بدأت أبحاثي حول الثقوب السود بلحظة إلهام واتتني العام 1970، بعد أيام قليلة من مولد ابنتي لوسي. فبينما كنت آوي إلى فراشي، أدركت أنه يمكنني أن أطبق على الثقوب السود نظرية البنية السببية التي كنت قد طورتها لنظريتَي المتفردات. وبصفة خاصة، فإن مساحة الأفق، أي حدود الثقب الأسود، ستكون دائمًا في زيادة. فعندما يتصادم ثقبان أسودان ويندمجان، تكون مساحة الثقب الأسود النهائي أكبر من مجموع مساحتي الثقبين الأصليين. وقد أشارت هذه الخاصية - وغيرها من الخصائص التي اكتشفناها أنا، وجيم باردين، وبراندون كارتر - إلى أن المساحة ستكون مثل إنتروبيا للثقب الأسود. وسيكون هذا مقياسًا لعدد الحالات التي يمكن أن تكون للثقب الأسود من الداخل في مقابل المظهر ذاته من الخارج. لكن المساحة لا يمكن أن تكون هي الإنتروبيا في الواقع، لأنه لو كانت للثقوب السود إنتروبيا، فستكون لها أيضًا درجة حرارة وستتوهج كأجسام ساخنة. وكما كان يعتقد الجميع، فإن الثقوب السود، سود تمامًا ولا تشعّ الضوء، أو أي شيء آخر.

كانت ثمة فترة مثيرة بلغت ذروتها في مدرسة ليز أوش الصيفية العام 1972، حيث حللنا معظم المشكلات الرئيسية في نظرية الثقوب السود. وعلى وجه التحديد، أثبت أنا وديفيد روبنسون «نظرية ا ل لا ش ع ر » theorem hair - No[12]،

والتي تقول إن الثقب الأسود سيستقر على حالة تتميز برقمين فحسب، الكتلة والدوران.

وقد أشار هذا مرة أخرى إلى أن الثقوب السود لها إنتروبيا، لأن العديد من النجوم المختلفة يمكن أن تنهار لتنتج ثقبًا أسود له ذات الكتلة والدوران.



مزحة علم الكونيات، الجزء الأول:

طبعت هذا على تي - شيرت لتسوية رهان.

طُوِّرَت كل هذه النظرية قبل أن يوجد أي دليل رصدي على وجود الثقوب السود، وهذا يوضح أن فاينمان كان مخطئًا عندما قال إن مجال البحث النشط يجب أن يكون موجهًا تجريبيًا. وكانت المشكلة الوحيدة التي لم تُحَلّ قط هي إثبات فرضية الرقابة الكونية، على الرغم من فشل عدد من محاولات دحضها. وتلك الفرضية فرضية أساسية في جميع الأبحاث التي تُجرى على الثقوب السود، لذا فإن لي اهتمامًا شديدًا بأن تكون صحيحة. وقد كان لي رهان مع كيب ثورن وجون برِسكيل على نتيجة هذه المسألة. ومن الصعب أن أفوز في هذا الرهان، لكن من الممكن جدًّا أن أخسره إذا وجد أحدهم دليلًا يفنّد الفرضية ويثبت وجود المتفردات الظاهرة.

وفي الواقع، لقد خسرت نسخة سابقة من هذا الرهان، لأنني لم أكن حذرًا بما يكفي في صياغة الرهان. ولم يكن ثورن وبرِكسيل راضيين عن التي - شيرت الذي قدمته لهما لتسوية الرهان.

لقد حقّقنا نجاحًا كبيرًا مع النسبية العامة الكلاسيكية إلى حد أنني كنت حائرًا قليلًا في العام 1973، بعد نشر كتاب «الهيكل الكبير للزمكان» The

Large Scale Structure of Space - Time. كان عملي مع بنروز قد بيَّن أن النسبية العامة ستنهار عند المتفردات. لذا فقد كانت الخطوة التالية الواضحة هي الجمع بين النسبية العامة، نظرية الأجسام الكبيرة، ونظرية الكم، نظرية الأجسام الصغيرة جدًا. لم تكن لديَّ خلفية عن نظرية الكم، وبدت مشكلة المتفردات عصية للغاية بحيث لا يمكن التغلب عليها بمعالجة بسيطة مباشرة. لذا، وعلى سبيل الإحماء، درست كيفية سلوك الجسيمات والمجالات التي تحكمها نظرية الكم بالقرب من الثقوب السود. وعلى وجه التحديد، تساءلت: هل يمكن أن تكون هناك ذرات نواتها هي ثقوب سود بدائية صغيرة جدًا تشكّلت في بدايات نشأة الكون؟

Whereas Stephen Hawking and Kip Thorne firmly believe that information swallowed by a black hole is forever hidden from the outside universe, and can never be revealed even as the black hole evaporates and completely disappears,

And whereas John Preskill firmly believes that a mechanism for the information to be released by the evaporating black hole must and will be found in the correct theory of quantum gravity,

Therefore Preskill offers, and Hawking/Thorne accept, a wager that:

When an initial pure quantum state undergoes gravitational collapse to form a black hole, the final state at the end of black hole evaporation will always be a pure quantum state.

The loser(s) will reward the winner(s) with an encyclopedia of the winner's choice, from which information can be recovered at will.



Stephen W. Hawking & Kip S. Thorne John P. Preskill

Pasadena, California, 6 February 1997

مزحة علم الكونيات، الجزء الثاني:

رهان مع جون برسكيل.

وللإجابة عن هذا السؤال، درَّست الكيفية التي قد تشتت بها الحقول الكمية ثقبًا أسود. كنت أتوقّع أنه سيتم امتصاص جزء من موجة الحدث وتشتت البقية.

لكن على نحو أدهشني كثيرًا، وجدت أنه يبدو أن هناك انبعاثًا من الثقب الأسود. في البداية اعتقدت بأن هذا لا بد من أن يكون نتيجة خطأ في حساباتي. وكان ما أقنعني في النهاية أنه انبعاث حقيقي هو أن هذا الانبعاث كان هو بالضبط المطلوب لتوحيد مساحة الأفق مع إنتروبيا الثقب الأسود. والمعادلة البسيطة التالية تلخص هذا:

$$S = \frac{Ac^3}{4\hbar G}$$

حيث S هي الإنتروبيا وA هي مساحة الأفق. وتحتوي هذه المعادلة على الثوابت الثلاثة الأساسية للطبيعة: c، وهي سرعة الضوء؛ G، وهو ثابت الجاذبية لنيوتن؛ h - bar، وهو ثابت بلانك. وتكشف المعادلة أن ثمة علاقة عميقة غير معروفة بين الجاذبية والديناميكا الحرارية، أي علم الحرارة.

الإشعاع الصادر من الثقب الأسود سوف يحمل الطاقة بعيدًا، لذا سيفقد الثقب قدرًا من كتلته ويتقلّص. ويبدو أن الثقب الأسود سيتبخّر ويختفي تمامًا في نهاية المطاف. وقد أثار هذا مشكلة أصابت قلب علم الفيزياء. لقد أشارت حساباتي إلى أن الإشعاع كان حراريًا وعشوائيًا، كما ينبغي أن يكون إذا كانت منطقة الأفق هي إنتروبيا الثقب الأسود. إذًا كيف للإشعاع المتبقي أن يحمل كل المعلومات

حول ما شكَّل الثقب الأسود؟ ولكن، إذا فُقدت المعلومات، فإن هذا يتعارض مع ميكانيكا الكم.

دار جدل طويل استمر لمدة ثلاثين عامًا حول هذه المفارقة، من دون تحقيق تقدم يُذكر، إلى أن وجدت ما أعتقد بأنه حل للمعضلة. إن المعلومات لا تُفقد، ولكن لا يتم استرجاعها بطريقة مفيدة. الأمر يشبه إحراق موسوعة: المعلومات الموجودة في الموسوعة ليست مفقودة تقنيًا إذا استطاع المرء الاحتفاظ بكل الدخان والرماد، ولكن من الصعب جدًا قراءتها. وفي الواقع، كان ثمة رهان بيني أنا وكيب ثورن من ناحية وجون برِسكِل من ناحية أخرى بشأن مفارقة المعلومات. وعندما فاز جون بالرهان، قدمت له موسوعة عن رياضة البيسبول، لكن ربما كان ينبغي أن أعطيه رمادها فحسب.

الفصل الثامن

كالْتِك

في العام 1974، انتُخبت زميلًا للجمعية الملكية. كان انتخابي بمثابة مفاجأة لأعضاء القسم الذي أنتسب إليه لأنني كنت صغير السن ومجرد باحث مساعد متواضع. لكن في غضون ثلاث سنوات، ترقيت إلى درجة بروفيسور.

أصيبت جين بالاكتئاب بعد انتخابي، فقد شعرت بأنني قد حقّقت أهدافي وأن الأمور ستسير إلى الأسوأ بعد ذلك. ولكن اكتئابها خفّ إلى حد ما عندما دعانا صديقي كيب ثورن مع عدد ممن يعملون في النسبية العامة للعمل في «معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا» (كالتِك).

على مدار سنوات أربع مضت، كنت أستخدم مقعدًا متحركًا يدويًا، إضافة إلى سيارة زرقاء كهربائية ذات ثلاث عجلات تسير بسرعة تعادل سرعة دراجة هوائية بطيئة، وكنت في بعض الأحيان أحمل فيها ركّابًا بصورة غير قانونية. وعندما انتقلنا إلى كاليفورنيا، أقمنا في منزل على الطراز الأوروبي مملوك للمعهد يقع بالقرب من الحرم الجامعي، وهناك استخدمت مقعدًا متحركًا كهربائيًا للمرة الأولى. منحني المقعد الكهربائي درجة كبيرة من الاستقلالية، لا سيما وأن استخدام المباني والأرصفة في الولايات المتحدة أيسر للمعوّقين مقارنةً ببريطانيا. كما كان أحد الطلاب الباحثين لديّ يعيش معنا. كان يساعدني في أمور مثل الذهاب للنوم والاستيقاظ وإعداد بعض الوجبات، وذلك في مقابل الإقامة والكثير من الاهتمام الأكاديمي من جانبي.



منزلنا في باسادينا.

أحب طفلانا في ذلك الوقت، روبرت ولوسي، كاليفورنيا. كانت المدرسة التي يذهبان إليها هناك تخشى اختطاف طلابها، لذا لم يكن المرء يستطيع أن يذهب ليُحضر طفله من أمام بوابة المدرسة بالطريقة المعتادة. وبدلًا من ذلك، كنا نضطر إلى قيادة السيارة حول المبنى وصولًا إلى البوابة واحدًا تلو الآخر. ومن ثم يُستدعى الطفل المعني بالنداء عليه في المذياع. لم أكن قد رأيت شيئًا كهذا في حياتي كلها.



أنا وجين ولوسي وروبرت في المنزل في باسادينا.

كان المنزل مجهزًا بجهاز تلفزيون ملوّن. في إنجلترا، كنا نمتلك جهازًا أبيض وأسود لا يكاد يعمل. لذا فقد كنا كثيرًا ما نجلس لمتابعة العروض التلفزيونية، وخاصةً المسلسلات البريطانية مثل «الأعلى والأسفل» Upstairs, Downstairs، و«تطوّر الإنسان» Ascent of Man. كنا قد انتهينا للتو من مشاهدة حلقة من مسلسل «تطوّر الإنسان»، وهي الحلقة التي حاكم فيها الفاتيكان غاليليو وحُكم عليه بتحديد إقامته جبريًا في منزله لبقية حياته، عندما تلقيت خبر منحي وسام الفروسية «بيوس الحادي عشر» من «أكاديمية العلوم البابوية». في البداية، شعرت بأنني يجب أن أرفضه بسخط، ولكن بعد ذلك لم أجد بدًا من الاعتراف بأن الفاتيكان قد غيّر موقفه في النهاية من غاليليو. لذا، سافرت إلى إنجلترا لألتقي بوالديّ، اللذين رافقاني إلى روما. وعندما زرت الفاتيكان، حرصت على أن أطلب الاطلاع على سجل محاكمة غاليليو في مكتبة الفاتيكان.



في حفل تقديم الجائزة، نزل البابا بول السادس عن عرشه وركع على الأرض إلى جواري. وبعد الحفل، التقيت بول ديراك، أحد مؤسسي نظرية الكم، الذي لم أتحدث معه حين كان أستاذًا في جامعة كامبريدج، لأنني لم أكن مهتمًا في ذلك الوقت بأمور الكم. أخبرني أنه كان قد اقترح في البداية مرشحًا آخر للجائزة، ولكنه قرّر في النهاية أنني كنت مرشحًا أفضل وأوصى الأكاديمية بأن تمنحها

لي.

كان النجمان البارزان في قسم الفيزياء في معهد كالتِك في ذلك الوقت هما الفائزان بجائزة نوبل، ريتشارد فاينمان ومورياي جيل - مان، وكانت هناك منافسة شديدة بينهما. ففي أولى حلقاته الدراسية الأسبوعية، قال جيل - مان: «سأكرر فقط بعض النقاط التي ذكرتها في العام الماضي»، وبعد سماع هذه العبارة، نهض فاينمان وغادر القاعة. وعندها قال جيل - مان: «أما وقد رحل الآن، يمكنني أن أخبركم بما أردت فعلًا أن أتحدّث عنه».

كان هذا الوقت مثيرًا في ما يتعلق بفيزياء الجسيمات؛ فقد اكتُشفت جسيمات «ساحرة» جديدة في جامعة ستانفورد، وقد ساعد هذا الاكتشاف على تأكيد نظرية جيل - مان بأن البروتونات والنيوترونات تتكوّن من ثلاثة جسيمات أساسية أخرى تسمى الكواركات.

وأثناء وجودي في كالتِك، راهنت كيب ثورن على أن النظام النجمي الثنائي «سيغنس إكس - 1» لا يحتوي على ثقب أسود. سيغنس إكس - 1 هو مصدر للأشعة السينية يفقد فيه نجم طبيعي غلافه الخارجي لحساب نجم مرافق كثيف غير مرئي. ومع سقوط مادة النجم نحو رفيقه غير المرئي، يكتسب حركة لولبية ويصبح شديد السخونة، وتنبعث منه الأشعة السينية. كنت أتمنى أن أخسر ذلك الرهان، لأنني كنت قد استثمرت استثمارًا فكريًا كبيرًا في الثقوب السود. ولكن إذا تبيّن أنه لا وجود للثقوب السود، فعلى الأقل كان سيعزّيني الفوز باشتراك لمدة أربع سنوات في مجلة «برايفت آي». ومن ناحية أخرى، إذا فاز كيب، كان سيفوز باشتراك لسنة واحدة في مجلة «بنتهاوس». وفي السنوات التي أعقبت الرهان، أصبحت الأدلة على وجود الثقوب السود قوية للغاية بحيث إنني سلمت بالأمر وقدمت لكيب ثورن اشتراكًا في مجلة بنتهاوس، وهو الأمر الذي أثار استياء زوجته كثيرًا.

أثناء إقامتي في كاليفورنيا، عملت مع طالب باحث في كالتِك، هو دون بيدج. وُلِد دون وترعرع في قرية في ألاسكا حيث كان والداه معلّمَيْن، وكان ثلاثتهم الوحيدين الذين لا ينتمون لقبائل الإنويت (وهم السكان الأصليين في شمال كندا وألاسكا). كان مسيحيًا إنجيليًا، وقد بذل قصارى جهده لتحويلي إلى مذهبه عندما جاء لاحقًا للعيش معنا في كامبريدج. كان يقرأ لي قصص الكتاب المقدس على وجبة الإفطار، لكنني قلت له إنني أعرف الكتاب المقدس جيدًا من الوقت الذي قضيته في مايوركا، ولأن أبي كان يقرأ لي الكتاب المقدس. (لم يكن والدي مؤمنًا ولكنه كان يعتقد بأن نسخة الملك جيمس من الكتاب المقدّس ذات أهمية ثقافية).

كنا أنا ودون نعمل على معرفة ما إذا كان من الممكن رصد انبعاثات الثقوب السود التي توقّعت وجودها. تبلغ درجة حرارة الإشعاع المنبعث من ثقب أسود تساوي كتلته كتلة الشمس نحو واحد على مليون من الدرجة الكلفنية، وهي بالكاد تتجاوز الصفر المطلق، لذا سوف تغمرها موجات إشعاع الخلفية الكونية، التي تبلغ درجة حرارتها 2.7 درجة كلفنية. ولكن، قد تكون هناك ثقوب سود أصغر كثيرًا خلّفها الانفجار الكبير. فثقب أسود بدائي تبلغ كتلته كتلة الجبل سيطلق أشعة غاما وسيكون الآن في نهاية دورة حياته، بعد أن يكون قد فَقَدَ كتلته الأصلية في صورة إشعاعات. وقد بحثنا عن أدلة على مثل هذه الانبعاثات في خلفية أشعة غاما، ولكننا لم نعثر على أي إشارة على وجودها. وتمكنّا من وضع حد أعلى لعدد الثقوب السوداء التي لها هذه الكتلة، وهو ما كان يشير إلى أنه من غير

المحتمل أن نكون قريبين قربًا كافيًا من واحد منها لاكتشافه.

الفصل التاسع

الزواج

عندما عدنا من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في العام 1975، أدركنا أن الدرج في منزلنا سيشكل الآن عقبة كبيرة جدًا بالنسبة إلي. كانت الكلّيّة بحلول ذلك الوقت قد زاد تقديرها لي، لذا سمحت لنا بالإقامة في شقة بالدور الأرضي في منزل فيكتوري كبير تملكه. (هُدِمَ المنزل الآن وتم استبداله بمبنى سكني للطلّاب يحمل اسمي). كانت الشقة تقع وسط حدائق يعتني بها البستانيون التابعون للكلية، وكان هذا شيئًا رائعًا بالنسبة للأطفال.

شعرت في البداية بالإحباط عند العودة إلى إنجلترا؛ فقد بدا كل شيء محدودًا ومقيّدًا للغاية مقارنةً بأسلوب التمكين السائد في أمريكا. في ذلك الوقت، كان المشهد الطبيعي مليئًا بالأشجار الميتة التي قتلها مرض الدردار الهولندي، وكانت البلاد تعاني من الإضرابات. غير أن حالتي المعنوية تحسّنت حين حققت النجاح في عملي وانتُخبت في العام 1979 لمقعد أستاذية الرياضيات في جامعة كامبريدج، وهو المنصب الذي شغله من قبل السير إسحاق نيوتن وبول ديراك.



مع عائلتي، بعد تعميد طفلنا الثالث، تيم.

وُلِد طفلنا الثالث - تيم - في العام 1979 أيضًا بعد رحلة إلى كورسيكا، حيث كنت أحاضر في مدرسة صيفية. بعدها أصبحت جين أكثر اكتئابًا. كانت تشعر بأنني سأموت قريبًا وأرادت شخصًا يعيلها هي والأطفال ويتزوجها بعد رحيلي. ووجدت جوناثان جونز، وهو موسيقار وعازف أرغن في الكنيسة المحلية، وأعطته غرفة في شقتنا. كان يمكنني الاعتراض على الوضع، ولكنني أيضًا كنت أتوقّع موتًا مبكرًا، وشعرت بالحاجة إلى وجود شخص يعيل الأطفال بعد موتي.

ازدادت حالتي سوءًا، وكانت بعض أعراض مرضي الآخذ في التطور نوبات اختناق طويلة. وفي ا ل ع ا م 1985، أثناء رحلة إلى مختبر «سيرن» CERN[13] (المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية) في سويسرا، أصبت بالتهاب رئوي. نُقلت على الفور إلى مستشفى المقاطعة ووُضعت على جهاز التنفس الاصطناعي. ظن الأطباء في المستشفى بأنني في عداد الموتى لا محالة حتى إنهم اقترحوا إغلاق جهاز التنفس الاصطناعي وإنهاء حياتي، ولكن جين رفضت وأعادتني على متن طائرة الإسعاف الجوي إلى مستشفى أدِنبروك في كامبريدج. وهناك حاول الأطباء جاهدين أن يعيدوني إلى الحالة التي كنت عليها من قبل، ولكن في النهاية كان عليهم إجراء عملية ثقب في القصبة الهوائية.

قبل العملية، كان كلامي يزداد غموضًا وصعوبة في فهمه، لذا لم يستطع أحد أن يفهم ما أقول سوى

الأشخاص الذين يعرفونني جيدًا. لكنني على الأقل كنت أستطيع التواصل. لقد كتبت أبحاثًا علمية عن طريق الإملاء على سكرتير، وألقيت محاضرات من خلال مترجم كان يعيد كلماتي على نحو أوضح. غير أن عمليّة ثقب القصبة الهوائية قضى على قدرتي على الكلام تمامًا. ولفترة من الوقت، كانت الطريقة الوحيدة التي يمكنني التواصل بها هي تهجئة الكلمات حرفًا حرفًا عن طريق رفع حاجبيَّ عندما يشير شخص ما إلى الحرف الصحيح على بطاقة حروف الهجاء. من الصعب جدًا إجراء محادثة بهذه الطريقة، ناهيك عن كتابة بحث علمي. غير أن خبير كمبيوتر في ولاية كاليفورنيا يدعى والت وولتوز سمع عن محنتي وأرسل لي برنامج كمبيوتر قام بتطويره، واسمه «إكوالايزر» Ec. أتاح لي البرنامج اختيار الكلمات من سلسلة من قوائم تظهر على الشاشة بالضغط على مفتاح في يدي. وأنا الآن أستخدم برنامجًا آخر من برامجه اسمه Words Plus، والذي أتحكم به بواسطة جهاز استشعار صغير على نظارتي يستجيب لحركة خدي. وعندما أكون قد كوّنت العبارة التي أريد قولها، يمكنني إرسالها إلى جهاز تأليف الصوت.

في البداية، قمت بتشغيل برنامج إكوالايزر على جهاز كمبيوتر مكتبي. وبعد ذلك، قام ديفيد ماسون، من شركة «كامبريدج أدابتيف كوميونيكايشن» Cambridge Adaptive Communication للتواصل التكيفي بتزويد الكرسي المتحرّك بجهاز كمبيوتر شخصي صغير وجهاز تأليف الصوت. وتقوم حاليًا شركة إنتل بتوريد أجهزة الكمبيوتر التي أستخدمها. أتاح لي هذا النظام التواصل بشكل أفضل مما كنت أستطيعه من قبل، ويمكنني إنتاج ما يصل إلى ثلاث كلمات في الدقيقة. ويمكنني أن أنطق بما كتبته، أو أحفظه على قرص. ويمكنني بعد ذلك طباعته أو استرجاعه ونطقه جملة بجملة. وباستخدام هذا النظام، تمكّنت من كتابة سبعة كتب وعددٍ من الأبحاث العلمية، واستطعت أيضًا إلقاء عدد من المحاضرات العلمية والعامة؛ وقد استُقبلت جميعها بالترحاب، وأعتقد بأن هذا يرجع في جزء كبير منه إلى جودة جهاز النطق، الذي صنعته شركة «سبيتش بلاس» Speech Plus.

إن الصوت مهم جدًا. فإذا كان صوتك غير واضح، فمن المحتمل أن يعاملك الناس على أنك معوّق ذهنيًا. ولكن جهاز النطق هذا كان أفضل ما سمعته لأنه ينوّع نبرة الصوت ولا يبدو كواحد من الأشرار الآليين في مسلسل Doctor Who. ومنذ ذلك الوقت، تعرّضت شركة «سبيتش بلاس» للتصفية وفُقد برنامج جهاز النطق. ولديَّ الآن أجهزة تأليف الصوت الثلاثة المتبقية. إنها أجهزة ضخمة وتستهلك الكثير من الطاقة وتحتوي على رقائق عتيقة ولا يمكن استبدالها. ومع ذلك، فقد أصبحت متوحدًا مع هذا الصوت الذي أصبح علامة مميزة خاصة بي، لذا فإنني لن أستبدل به صوتًا يبدو أكثر طبيعية ما لم تتعطّل أجهزة تأليف الصوت الثلاثة جميعًا.

عندما خرجت من المستشفى، كنت بحاجة إلى رعاية طبية طوال الوقت. شعرت في البداية بأن مسيرتي العلمية قد انتهت وأن كل ما تبقى لي هو البقاء في المنزل ومشاهدة التلفزيون. لكن سرعان ما تبيّن لي أنني أستطيع متابعة مسيرتي العلمية وكتابة المعادلات الرياضية باستخدام برنامج يسمى «لاتيكس» Latex، والذي يتيح للمرء كتابة الرموز الرياضية بأحرف عادية، مثل كتابة $pi/$ بدلًا من كتابة الرمز π.

مع ذلك، ازداد استيائي تجاه العلاقة الوثيقة المتزايدة بين جين وجوناثان. وفي النهاية، لم أعد أستطيع تحمل الوضع أكثر، وفي العام 1990، انتقلت إلى شقة مع إحدى الممرضات اللاتي يتولين رعايتي، وهي إيلين ميسون.



زفافي إلى إيلين.

وجدنا أن الشقة صغيرة جدًا علينا في ظل وجود ابني إيلين الاثنين، واللذين كانا يقيمان معنا لجزء من الأسبوع، لذا قررنا الانتقال إلى مكان آخر. كانت عاصفة شديدة هبت في العام 1987 قد دمّرت سقف كلية نيونام كوليدج، وهي إحدى كليتين اثنتين مخصصتين للبنات فقط. (كانت جميع الكليات المخصصة للبنين قد أصبحت تقبل البنات أيضًا في ذلك الوقت. وكانت كليتي، كلية كيوس، التي ضمّت عددًا من الزملاء المحافظين، واحدة من أواخر الكليات التي أصبحت تقبل البنات، وقد اقتنعت في النهاية بسبب نتائج اختبارات الطلاب أنها لن تضم شبابًا جيدين من البنين ما لم تبدأ في قبول البنات أيضًا). ولأن نيونام كوليدج كانت كلية فقيرة، فقد اضطرت إلى بيع أربع قطع أرض لدفع ثمن إصلاح السقف بعد العاصفة. اشترينا واحدة من قطع الأرض الأربعة تلك وبنينا منزلًا يلائم استخدام المقعد المتحرك.

تزوجت من إيلين في العام 1995، وبعد مرور تسعة أشهر تزوّجت جين من جوناثان جونز.

كان زواجي من إيلين عاطفيًا وعاصفًا. واجهنا تقلبات كثيرة، لكن نظرًا إلى عمل إيلين كممرضة، فقد أنقذت حياتي عدة مرات. فبعد عمليّة ثقب القصبة الهوائية، كان هناك أنبوب بلاستيك مزروع في قصبتي الهوائية لمنع الطعام واللعاب من الدخول إلى رئتيّ، وكانت هناك حلقة منفوخة تحجزها. وبمرور السنوات، أدى الضغط في الحلقة إلى تلف في القصبة الهوائية مما أصابني بالسعال والاختناق. كنت أسعل على متن طائرة عائدة من كريت، حيث كنت في مؤتمر هناك، عندما تحدّث ديفيد هاورد - وهو جراح تصادف وجوده على نفس الطائرة - مع إيلين وقال إنه يستطيع مساعدتي. اقترح استئصال الحنجرة، الأمر الذي من شأنه أن يفصل تمامًا بين القصبة الهوائية وحلقي، مما يلغي الحاجة إلى وجود أنبوب بحلقة. قال الأطباء في مستشفى أدِنبروك في كامبريدج إن الأمر خطير

للغاية، لكن إيلين أصرّت، وأجرى ديفيد هاورد العملية في مستشفى في لندن. وقد أنقذت تلك العملية حياتي: فلو انتظرت أسبوعين آخرين، كانت الحلقة ستصنع ثغرة بين القصبة الهوائية وحلقي، فتمتلئ رئتاي بالدم.



مع إيلين في آسبن، كولورادو.

وبعد سنوات عدة، عانيت من أزمة صحية أخرى حيث كانت مستويات الأكسجين لديّ تنخفض على نحو خطير أثناء النوم العميق. جرى نقلي فورًا إلى المستشفى حيث بقيت فيها لمدة أربعة أشهر. وفي النهاية خرجت من المستشفى بجهاز تنفس اصطناعي أصبحت أستخدمه أثناء الليل. قال طبيبي لإيلين إنني عائد إلى المنزل لكي أموت. (منذ ذلك الوقت غيّرت طبيبي). ومنذ عامين بدأت باستخدام جهاز التنفس الاصطناعي أربعًا وعشرين ساعة في اليوم؛ فقد وجدت أنه يمنحني الطاقة.



بعد ذلك بعام، طُلبت مساعدتي في حملة لجمع التبرعات للجامعة في الذكرى الثمانمائة لإنشائها. أرسلوني إلى سان فرانسيسكو، حيث ألقيت خمس محاضرات في ستة أيام وأصابني جراء ذلك تعب شديد. وذات صباح فقدت الوعي عندما نُزِع عني جهاز التنفس الاصطناعي. ظنّت الممرضة المناوبة أنني كنت على ما يرام، لكنني كنت سأموت لو لم تستدع مقدمة رعاية أخرى إيلين، التي قامت بإحيائي من جديد. غير أن كل هذه الأزمات كانت لها ضريبة عاطفية دفعتها إيلين. طُلقنا في عام 2007، ومنذ طلاقنا عشت وحيدًا مع مدبرة منزل.

الفصل العاشر
تاريخ موجز للزمان

راودتني فكرة كتابة كتاب مبسط عن الكون لأول مرة العام 1982. كان هدفي جزئيًا من تأليف الكتاب هو كسب المال لدفع المصاريف الدراسية لابنتي. (في الواقع، في الوقت الذي خرج فيه الكتاب إلى النور بالفعل، كانت قد وصلت إلى السنة الأخيرة في مدرستها). لكن السبب الرئيسي الذي دفعني لتأليف الكتاب هو أنني أردت أن أوضح إلى أي مدى وصلنا في فهمنا للكون: كيف أننا قد نكون على وشك التوصل إلى نظرية كاملة تصف الكون وكل ما فيه.

وإذا كنت سأبذل الوقت والجهد في تأليف كتاب، فإنني أريده أن يصل إلى أكبر عدد ممكن من الناس. كانت دار كامبريدج يونيفرسيتي برس قد نشرت كتبي المتخصصة السابقة، وقد قامت بعمل رائع حقًا، لكنني لم أشعر بأنها ستكون مستعدة بالفعل لذلك النوع من السوق الواسعة التي أردت الوصول إليها. لذلك اتصلت بوكيل أعمال أدبية، آل زوكرمان، وكان قد تم تقديمه ليّ من قبل بوصفه صهرًا لأحد الزملاء. أعطيته مسوَّدة الفصل الأول وأوضحت له أنني أريده أن يكون من الكتب التي تُباع في مكتبات المطارات، فقال لي إن هذا غير ممكن بأي حال؛ فقد يحقّق الكتاب مبيعات جيدة في أوساط الأكاديميين والطلاب، ولكن كتابًا كهذا لا يمكن أن يصل إلى منزلة كتب جيري أرتشر[[14]].

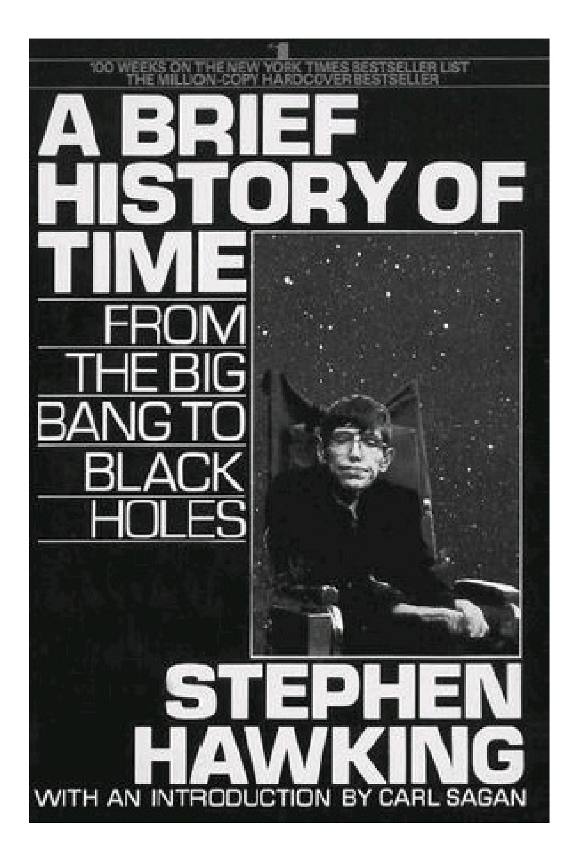
أعطيت زوكرمان مسودة أولى للكتاب في العام 1984، فأرسلها إلى العديد من الناشرين وأوصاني بقبول عرض دار نورتون، وهي دار كتب أمريكية راقية. ولكنني قررت بدلًا من ذلك قبول عرض من دار بانتام بوكس، وهي دار موجّهة أكثر نحو السوق الشعبية. ورغم أن دار بانتام لم تكن متخصّصة في نشر الكتب العلمية، فإن كتبها كانت متوفّرة على نطاق واسع في مكتبات المطارات.

ولعل اهتمام دار بانتام بالكتاب كان يرجع إلى أحد محرريها، وهو بيتر جوزاردي، الذي كان يؤدّي عمله بإخلاصٍ وتفانٍ كبيرين وجعلني أعيد صوغ الكتاب ليكون مفهومًا لغير العلماء مثله. وفي كل مرة كنت أرسل إليه فيها فصلًا أعدت كتابته، كان يرسل ليّ قائمة طويلة بالاعتراضات والأسئلة التي أراد مني توضيحها؛ حتى إنني في بعض اللحظات اعتقدت بأن هذه العملية لن تنتهي أبدًا. لكنه كان محقًّا: فقد كانت النتيجة أن الكتاب خرج بشكل أفضل كثيرًا.

توقفت عملية تأليف الكتاب بسبب الالتهاب الرئوي الذي أصبت به في مؤتمر «سيرن». وكاد يكون من المستحيل تمامًا إنهاء الكتاب لولا برنامج الكمبيوتر الذي مُنِح لي. كان الأمر بطيئًا بعض الشيء، لكنه اضطرني للتفكير ببطء، لذا فقد ناسبني تمامًا. وبفضل برنامج الكمبيوتر هذا، أعدت كتابة مسودتي الأولى بالكامل استجابةً لطلبات جوزاردي. وقد ساعدني في هذه المراجعة براين ويت، وهو أحد طلابي.

كنت معجبًا بشدة بالمسلسل التلفزيوني «تطوّر الإنسان» للكاتب جيكوب برونوسكي. (ما كان لعنوان

جذاب كهذا أن يُسمح به اليوم). كان المسلسل يمنح شعورًا طيبًا بالإنجاز الذي حقّقه الجنس البشري بالتطوّر من مخلوقات همجية بدائية منذ خمسة عشر ألف سنة مضت فقط إلى ما نحن عليه اليوم. وقد أردت أن أعبّر عن شعور مماثل إزاء تقدمنا نحو تحقيق فهم كامل للقوانين التي تحكم الكون. كنت على يقين من أن الجميع تقريبًا مهتمون بكيفية عمل الكون، ولكن معظم الناس لا يستطيعون استيعاب المعادلات الرياضية. أنا نفسي لا أهتم كثيرًا بالمعادلات الرياضية. ويرجع هذا جزئيًا إلى أنه من الصعب علي أن أكتبها على الورق، ولكن السبب الأساسي هو أنني لا أمتلك غريزة حب المعادلات. وبدلًا من ذلك، فإنني أفكر بواسطة الصور، وكان هدفي في الكتاب هو وصف هذه الصور العقلية بالكلمات، بمساعدة تشبيهات مألوفة وبعض الرسوم البيانية. وكنت أتمنى أن يتمكّن معظم الناس بهذه الطريقة من الاشتراك في الإثارة والشعور بالإنجاز إزاء التقدم الهائل الذي تحقّق في علم الفيزياء في السنوات الخمسين الماضية.



أحد الأغلفة الأولية لكتاب «تاريخ موجز للزمان».

ومع ذلك، حتى لو تجنّبت استخدام الرياضيات، فسيظل من الصعب شرح بعض الأفكار. وقد أثار هذا مشكلةً وهي: هل ينبغي عليّ أن أحاول شرحها وأخاطر بإثارة اللبس لدى القراء، أم أتجاوز المفاهيم العسيرة؟ لم تكن بعض المفاهيم غير المألوفة - مثل حقيقة أن المراقبين الذين يتحركون بسرعات مختلفة يقيسون فواصل زمنية مختلفة بين نفس الحدثين - ضرورية للصورة التي أردت رسمها. لذا شعرت بأنني أستطيع أن أذكرها من دون تعمّق. ولكن بعض الأفكار الصعبة الأخرى كانت ضرورية لما أردت توصيله للقارئ.

كان ثمة مفهومان محدّدان من هذا القبيل شعرت بأنني يجب أن أتحدّث عنهما. كان أحدهما هو فكرة حاصل مجموع التواريخ؛ وتلك هي فكرة أنه لا يوجد تاريخ واحد فقط للكون، وإنما هناك مجموعة تواريخ لكل تاريخ محتمل للكون، وجميع هذه التواريخ صحيحة بالقدر نفسه (أيًّا كان ما قد يعنيه هذا). والفكرة الأخرى - وهي ضرورية لفهم فكرة حاصل مجموع التواريخ رياضيًا - هي فكرة الزمن التخيّلي. والآن، بعد تأمل متأخر للأمر، أشعر بأنني كان يجب أن أبذل جهدًا أكبر في تفسير هذين المفهومين العسيرين، وخاصة فكرة الزمن التخيّلي، والتي يبدو أنها أكثر نقطة تثير حيرة القراء في الكتاب. غير أنه ليس من الضروري أن نفهم بالضبط ما هو الزمن التخيّلي؛ وإنما يكفي أن نعرف أنه مختلف عما نسميه الزمن الحقيقي.

حين كان الكتاب يقترب من النشر، أُرسلت نسخة أولية إلى أحد العلماء ليكتب مراجعة للكتاب لحساب مجلة «نيتشر» Nature، فهاله أن الكتاب مليء بالأخطاء، بما في ذلك صور ورسوم بيانية

في غير موضعها الصحيح وعليها تسميات خاطئة. اتصل هذا العالم بدار بانتام التي انتابها هلع مماثل وقررت في اليوم نفسه أن تسترجع الطبعة بالكامل وتقوم بترتيبها وإعدادها من جديد. (نسخ الطبعة الأولى الأصلية لا بد أنها ذات قيمة كبيرة الآن). قضت دار بانتام ثلاثة أسابيع مضنية في تصحيح وإعادة مراجعة الكتاب بأكمله، وكان جاهزًا في الوقت المناسب لإطلاقه في المكتبات بحلول يوم كذبة أبريل. وبحلول ذلك الوقت، كانت مجلة «تايم» قد نشرت نبذة عني.

مع ذلك، فوجئت دار بانتام بكثافة الطلب على الكتاب. وظل الكتاب على قائمة «نيويورك تايمز» لأفضل الكتب مبيعًا طوال 147 أسبوعًا، وفي قائمة صحيفة «تايمز» اللندنية لأفضل الكتب مبيعًا طوال 237 أسبوعًا، محققًا بذلك رقمًا قياسيًا غير مسبوق، كما تُرجِم إلى 40 لغة وبيعت منه عشرة ملايين نسخة في جميع أنحاء العالم.

كان العنوان الأصلي الذي اخترته للكتاب هو: «من الانفجار الكبير إلى الثقوب السود: تاريخ مختصر للزمن»، لكن جوزاردي قلب العنوان واستبدل كلمة «موجز» بكلمة «مختصر». كانت تلك لمحة عبقرية ولا بد أنها أسهمت في نجاح الكتاب. وقد ظهر منذ ذلك الحين العديد من الكتب التي تحمل عنوان «تاريخ موجز» لهذا وذاك، بل ظهر كتاب بعنوان «تاريخ موجز للزعتر». ويبدو لي أن التقليد هو أصدق أشكال الإطراء.

لماذا أقدم كل هؤلاء الناس على شراء الكتاب؟ من الصعب عليّ أن أجزم أنني موضوعي في هذا الصدد، لذا أعتقد بأنني سأتبع ما قاله الآخرون. لقد وجدت أن غالبية المراجعات التي كتبت عن الكتاب عاجزة عن تقديم تفسير، رغم أنها كانت إيجابية. كانت تلك المراجعات تميل إلى اتباع صيغة واحدة: ستيفن هوكينغ مصاب بمرض لو جيريج (وهو المصطلح الذي استخدمته المراجعات الأمريكية)، أو مرض عصبي حركي (في المراجعات البريطانية). هو أسير مقعد متحرِّك ولا يستطيع الكلام ولا يمكنه تحريك إلا عدد «كذا» من الأصابع (حيث يبدو أن «كذا» يتراوح بين واحد إلى ثلاثة، وفقًا لأي مقالة غير دقيقة قرأها المراجع عني). إلا أنه ألّف هذا الكتاب ليجيب عن أكبر سؤال على الإطلاق: من أين أتينا وإلى أين نحن ذاهبون؟ والإجابة التي يقترحها هوكينغ هي أن الكون لم يُخلق أو يُدمَّر: إنه موجود فحسب. ومن أجل صوغ هذه الفكرة، يقدّم هوكينغ مفهوم الزمن التخيلي، وهو مفهوم أجد (أي المراجع) صعوبة في فهمه. ومع ذلك، فإذا كان هوكينغ محقًّا واستطعنا بالفعل أن نتوصّل إلى نظرية كاملة موحّدة، فسوف نعرف بالفعل كيف يفكّر الإله. (في مرحلة تدقيق الكتاب، كدت أقطع الجملة الأخيرة في الكتاب، والتي كانت تقول إننا سنعرف كيف يفكر الإله. ولو أنني فعلت ذلك، فلربما كانت المبيعات قد انخفضت إلى النصف).

شعرت بأن المقال الذي نشرته صحيفة «إندبندنت» اللندنية أكثر من هذا إدراكًا وتبصرًا، إذ قال المقال إنه حتى كتاب علمي جاد مثل كتاب «تاريخ موجز للزمن» يمكن أن يصبح كتابًا دينيًا. وشعرت بإطراء كبير لمقارنة كتابي بكتاب «مذهب الزن وفن صيانة الدراجات النارية» Zen and the Art of Motorcycle Maintenance. وآمل أن يمنح الكتاب الناس، مثل مذهب الزن، شعورًا بأنهم لا يحتاجون إلى تجنب الأسئلة الفكرية والفلسفية العظيمة.

مما لا شك فيه أن القصة المثيرة للمشاعر الإنسانية حول نجاحي في أن أكون عالم فيزياء نظرية على الرغم من إعاقتي قد ساعدت في نجاح الكتاب. غير أن أولئك الذين اشتروا الكتاب من زاوية الاهتمام الإنساني ربما أصيبوا بخيبة الأمل، لأن الكتاب لا يحتوي إلا على بضع إشارات لحالتي. لقد كتبت الكتاب ليكون تأريخًا للكون، وليس لي أنا. وهذا لم يمنع توجيه الاتهامات لدار بانتام باستغلال مرضي على نحوٍ مخزٍ، وأنني تعاونت مع هذا الاستغلال بسماحي بظهور صورتي على الغلاف. وفي الواقع، لم يكن عقدي مع الدار يتيح لي أي سلطة في ما يخص تصميم الغلاف. إلا أنني تمكّنت من إقناع الناشر باستخدام صورة أفضل في الطبعة البريطانية مقارنةً بالصورة البائسة القديمة المستخدمة في الطبعة الأمريكية. ومع ذلك، فقد رفضت بانتام تغيير الصورة على غلاف الطبعة الأمريكية قائلة إن الجمهور الأمريكي بات يربط بين الكتاب وبين تلك الصورة.

وقد قيل أيضًا إن الكثير من الناس اشتروا الكتاب لاستعراضه في حقائبهم أو على الطاولات من دون أن يقرأوه بالفعل. وأنا على يقين من أن هذا يحدث بالفعل، لكنني لا أعلم إن كان يحدث مع كتابي تحديدًا أكثر مما يحدث مع غيره من الكتب الجادة. لكنني أعلم أن بعض الناس على الأقل لا بد وأنهم قرأوه، لأنني أتلقى يوميًا كومة من الرسائل حول هذا الكتاب، وكثير من الرسائل يطرح أسئلة أو يقدّم تعليقات مفصّلة تدلّ على أنهم قرأوه، حتى لو لم يفهموا كل ما فيه. كما أن غرباء يستوقفونني في الشارع ليخبروني كم استمتعوا بقراءته. ويبدو أن الوتيرة التي أتلقى بها التهانئ من عامة الجمهور (على الرغم من أنه يسهل تمييزي بالطبع، إن لم أكن أكثر تميزًا، عن معظم المؤلفين) تشير إلى أن نسبة ما ممن يشترون الكتاب يقرأونه بالفعل.

ومنذ كتاب «تاريخ موجز للزمان»، ألفت كتبًا أخرى لشرح العلوم لعموم الجماهير، ومن بين تلك الكتب: «الثقوب السود والأكوان الناشئة» Black Holes and Baby Universes، و«الكون بإيجاز» The Universe in a Nutshell، و«التصميم العظيم» The Grand Design. وأعتقد بأن من المهم أن يكون لدى الناس فهم أساسي للعلوم حتى يتمكنوا من اتخاذ قرارات مستنيرة في عالم تتسارع فيه وتيرة العلوم والتكنولوجيا. وقد ألّفت أنا وابنتي لوسي أيضًا سلسلة كتب «جورج»، وهي قصص مغامرات علمية لأطفال اليوم، كبار الغد.

الفصل الحادي عشر

السفر عبر الزمن

في العام 1990، أشار كيب ثورن إلى أنه قد يكون من الممكن السفر إلى الماضي عن طريق المرور عبر ثقوب دودية. لذا فقد رأيت أن من المهم بحث مسألة ما إذا كان السفر عبر الزمن ممكنًا في ضوء قوانين الفيزياء.

ويُعَدّ التحدث على الملأ عن موضوع السفر عبر الزمن أمرًا شائكًا لأسباب عدة. فإذا نما إلى علم الصحافة أن الحكومة تموّل أبحاثًا حول السفر عبر الزمن، فستكون هناك ضجة حول إهدار المال العام، أو مطالبة بتصنيف تلك الأبحاث على أنها ذات أغراض عسكرية. فعلى أي حال، كيف يمكننا حماية أنفسنا إذا تمكّن الروس أو الصينيون من السفر عبر الزمن ولم نتمكن نحن من ذلك؟ قد يتمكّنون من إعادة الرفيقين ستالين وماو. في أوساط علماء الفيزياء، ثمة قليل منا فحسب هم المجازفون بما يكفي للعمل على موضوع يعتبره البعض غير جاد وخاطئ سياسيًا. لذا فإننا نخفي بؤرة تركيزنا باستخدام مصطلحات تقنية تُعد شفرة تشير إلى السفر عبر الزمن، مثل مصطلح «التواريخ المغلقة للجسيمات».

ظهر أول وصف علمي للزمن في العام 1689 على يد السير إسحاق نيوتن، الذي كان يشغل كرسي أستاذ الرياضيات في جامعة كامبريدج، وهو المنصب ذاته الذي شغلته أنا من قبل (رغم أن الكرسي لم يكن يعمل بالكهرباء في زمن نيوتن). وفي نظرية نيوتن، كان الزمن مطلقًا ويمضي بلا توقف. لم تكن هناك أفكار حول العودة بالزمن أو العودة في الزمن إلى عصر سابق. غير أن الوضع تغيّر عندما وضع آينشتاين النسبية العامة، حيث يكون الزمكان منحنيًا ومشوّهًا بفعل المادة والطاقة الموجودة في الكون. ظل الزمن يمضي إلى الأمام محليًا، لكنْ أصبح ثمة احتمال لأن يكون الزمكان منحنيًا إلى حد أنه يمكن للمرء أن يتحرّك في مسار من شأنه أن يعيده إلى نقطة قبل النقطة التي انطلق منها.

وأحد الاحتمالات التي يمكن أن تسمح بهذا هي الثقوب الدودية، وهي أنابيب افتراضية في الزمكان قد تربط مناطق مختلفة من المكان والزمان. والفكرة هنا أنك تدخل إلى أحد جانبي الثقب الدودي وتخرج من الجانب الآخر في مكان مختلف وزمان مختلف. وستكون الثقوب الدودية - إن وُجدت - مثالية للسفر عبر الفضاء بسرعة بالغة؛ حيث يمكنك الذهاب إلى الجانب الآخر من المجرة عبر ثقب دودي والعودة في موعدك المعتاد لتناول العشاء. ولكن، إذا كانت الثقوب الدودية موجودة فعلًا، فيمكن للمرء أيضًا أن يستخدمها للعودة إلى زمن سابق للزمن الذي بدأ فيه رحلته. ويمكن للمرء أن يفكر بعد ذلك أنه يمكنك أن تفعل شيئًا مثل تفجير سفينتك الفضائية على منصة الإطلاق لمنعك من الانطلاق من الأساس. يُعَدُّ هذا تنويعًا على مفارقة الجد التي تقول: ماذا سيحدث إذا عدت بالزمن إلى الوراء وقتلت جدك قبل ميلاد والدك؟ هل كنت لتوجد في الوقت الحاضر؟ وإذا لم تكن موجودًا، فإنك

لن تستطيع العودة بالزمن لقتل جدك. بالطبع تُعد هذه مفارقة فقط إذا كنت تؤمن بأنك صاحب إرادة حرّة تتيح لك أن تفعل ما تشاء وتغيّر التاريخ عندما تعود بالزمن.

ويكمن السؤال الحقيقي في ما إذا كانت قوانين الفيزياء تسمح بوجود الثقوب الدودية وبانحناء الزمكان بحيث يمكن لجسم عياني مثل سفينة فضاء أن يعود إلى نقطة ما في ماضيه. وفقًا لنظرية آينشتاين، فإن أي سفينة فضائية تنتقل حتمًا بسرعة تقل عن السرعة المحلية للضوء وتتبع ما يُسمى «مسارًا شبه زمني» عبر الزمكان. وهكذا يمكن صوغ السؤال بعبارات تقنية: هل يسمح الزمكان بوجود انحناءات شبه زمنية مغلقة - أي، انحناءات شبه زمنية تعود إلى نقطة بدايتها مرارًا وتكرارًا؟

يمكننا أن نحاول الإجابة عن هذا السؤال على ثلاثة مستويات. المستوى الأول هو النسبية العامة لآينشتاين؛ والتي يُطلق عليها نظرية كلاسيكية، وهذا يعني أنها تفترض أن للكون تاريخًا محددًا تحديدًا جيدًا، لا يشوبه عدم اليقين. وفي حالة النسبية العامة الكلاسيكية، لدينا صورة مكتملة إلى حد كبير حول الكيفية التي قد يحدث بها السفر عبر الزمن. غير أننا نعلم أن النظرية الكلاسيكية لا يمكن أن تكون صحيحة تمامًا، لأننا نلاحظ أن المادة في الكون عرضة للتقلبات ولا يمكن التنبؤ بسلوكها بدقة.

في عشرينات القرن العشرين، جرى تطوير نموذج جديد يسمى نظرية الكم Quantum Theory[15]
لوصف هذه التقلّبات وتحديد مقدار عدم اليقين. ومن ثمّ، يمكننا أن نطرح السؤال حول السفر عبر الزمن على هذا المستوى الثاني، وهو المستوى المسمّى النظرية شبه الكلاسيكية. وهنا، ندرس حقول المادة الكمية على خلفية زمكانية كلاسيكية. وهنا تكون الصورة أقل اكتمالًا، ولكن على الأقل لدينا فكرة حول كيفية التقدم في المسألة.

وأخيرًا، لدينا نظرية الكم للجاذبية بأكملها، أيًّا يكن ما قد يعنيه ذلك. وهنا، لا يتّضح حتى كيفية طرح سؤال «هل السفر عبر الزمن ممكنًا؟». وربما كان أفضل ما يمكننا عمله هو أن نسأل كيف يمكن للراصدين في اللانهائية تفسير قياساتهم. هل سيعتقدون بأن السفر عبر الزمن قد حدث داخل الزمكان؟

بالعودة إلى النظرية الكلاسيكية، نجد أن الزمكان المسطّح لا يحتوي على منحنيات شبه زمنية مغلقة؛ وكذلك لا تحتوي عليها الحلول الأخرى لمعادلات آينشتاين التي كانت معروفة من قبل. لذا فقد كانت صدمة آينشتاين كبيرة عندما اكتشف كورت جودل في العام 1949 حلًا يمثّل كونًا مليئًا بمادة دوّارة باستمرار، وبه منحنيات شبه زمنية مغلقة في كل نقطة. كان الحل الذي توصّل إليه جودل يتطلب ثابتًا كونيًا، وهو ثابت معروف أنه موجود، رغم أنه ظهرت لاحقًا حلول أخرى لا تتطلّب وجودًا ثابتًا.

وإحدى الحالات المثيرة للاهتمام بشدة لتوضيح هذا الأمر هي الحالة التي يتحرّك فيها وتران كونيان بسرعة عالية ويمران بأحدهما الآخر. الأوتار الكونية - كما يوحي اسمها - هي أجسام طويلة ولكنها

ذات مقطع عرضي صغير. وتتنبأ بعض نظريات الجسيمات الأولية بوجودها. ومجال الجاذبية لوتر كوني واحد هو فضاء مسطح ذو وتد مقطوع، مع وجود الوتر عند الطرف المدبّب. وهكذا إذا درنا في دائرة حول وتر كوني، فإن المسافة في الفضاء تكون أقل من المتوقّع، لكن الزمن لن يتأثر.

ويعني هذا أن الزمكان حول وتر كوني واحد لا يحتوي على أي منحنيات شبه زمنية مغلقة.

ولكن إذا كان هناك وتر كوني ثانٍ يتحرّك بالنسبة إلى الوتر الأول، فإن الوتد الخاص به سيؤدي إلى تقصير المسافات المكانية والفواصل الزمنية. وإذا كان الوتران الكونيان يتحرّكان بسرعة الضوء تقريبًا بالنسبة إلى أحدهما الآخر، فقد يكون توفير الزمن أثناء الدوران حول الوترين كبيرًا جدًا بحيث يمكن للمرء أن يعود إلى نقطة سابقة على نقطة انطلاقه. وبعبارة أخرى، هناك منحنيات شبه زمنية مغلقة يمكننا استخدامها للسفر إلى الماضي.

يحتوي زمكان الوتر الكوني على مادة لها كثافة طاقة إيجابية، لذا فمن المقبول وجوده فيزيائيًا. غير أن الانحناء الذي ينتج منحنيات شبه زمنية مغلقة يمتد إلى اللانهائية ويعود إلى ماضٍ لا نهائي. وهكذا فإن هذه الزمكانات قد نشأت وهي تحتوي على السفر عبر الزمن مدمَجًا فيها. وليس لدينا سبب يجعلنا نعتقد بأن كوننا قد أنشئ بهذه الطريقة المنحنية المشوّهة، وليس لدينا أدلة موثوقة على مجيء زوار من المستقبل. (بالطبع باستثناء نظرية المؤامرة التي تقول إن الأجسام الطائرة المجهولة قادمة من المستقبل، وأن الحكومة تعرف هذا وتخفيه. ولكن تاريخ الحكومات في إخفاء الأمور لا يوحي بهذه البراعة). لذلك علينا أن نفترض أنه لا توجد منحنيات شبه زمنية مغلقة تؤدّي إلى ماضي زمن ثابت (س).

ويكون السؤال إذًا عمَّ إذا كانت حضارة متقدمة ما استطاعت صنع آلة الزمن. بعبارة أخرى، هل أمكنها تعديل زمكان مستقبل (س) بحيث تظهر المنحنيات شبه الزمنية المغلقة في منطقة محدودة؟ وأقول «منطقة محدودة» لأنه مهما بلغ تقدّم مثل هذه الحضارة، فمن المفترض أنها لن تتمكن من التحكم سوى في جزء محدود من الكون.

في مجال العلم، كثيرًا ما يكون إيجاد الصيغة الصحيحة للمسألة هو مفتاح حلّها، وقد كان ذلك مثالًا جيّدًا. ولتحديد ما المقصود بآلة زمن محدودة، عدت إلى بعض أبحاثي السابقة. حدّدت التطور الكوشي المستقبلي ل(س) ليمثل مجموعة نقاط الزمكان التي تتحدّد فيها الحوادث تمامًا بواسطة ما حدث ل(س). وبعبارة أخرى، منطقة الزمكان التي تأتي كل مساراتها التي تتحرّك بسرعة أقل من سرعة الضوء من (س). ولكن، إذا تمكّنت حضارة متقدّمة ما من صنع آلة الزمن، فسيكون هناك منحنى شبه زمني مغلق (ج) يؤدّي إلى مستقبل (س). سيظل المنحنى (ج) يدور في مستقبل (س) ولكنه لن يعود ويتقاطع مع (س). وهذا يعني أن نقاط (ج) لن تقع في التطور الكوشي ل(س). وهكذا سيكون ل(س) أفق كوشي، وهو سطح يُعد حدًّا مستقبليًّا للتطور الكوشي ل(س).

توجد الآفاق الكوشية داخل بعض حلول الثقوب السود. لكن، في هذه الحالات، تبدأ أشعة الضوء التي تشكّل الأفق الكوشي من اللانهائية أو في المتفرّدات.

ويتطلّب إنشاء الأفق الكوشي إما انحناء الزمكان وصولًا إلى اللانهائية أو وجود متفردة في الزمكان.

وثني الزمكان وصولًا إلى اللانهائية هو أمر يفوق نظريًا قدرات أكثر الحضارات تطورًا، حيث لا يمكنها ثني الزمكان إلا في منطقة محدودة فحسب. يمكن للحضارة المتطورة أن تجمع ما يكفي من المادة لإحداث انهيار جاذبي، مما ينتج متفردة زمكانية، على الأقل وفقًا للنسبية العامة الكلاسيكية. ولكن لا يمكن تعريف معادلات آينشتاين في المتفردة، لذا لا يمكن التنبؤ بما سيحدث في ما وراء الأفق الكوشي، ولا يمكن تحديدًا معرفة ما إذا كانت ستكون هناك منحنيات شبه زمنية مغلقة أم لا.



مع روجر بنروز (أعلى، في الوسط) وكيب ثورن (أسفل، أقصى اليسار) وآخرين



مع روجر وزوجته فانيسا

لذا ينبغي أن نعتبر ما أسميه أفق كوشي مُولد بشكل محدود هو معيار بناء آلة الزمن. يعني هذا أفقًا كوشيًّا ناتجًا عن أشعة ضوء تنبثق جميعًا من منطقة مضغوطة. وبعبارة أخرى، هي لا تأتي من اللانهائية، ولا من متفردة، بل تنشأ من منطقة محدودة تحتوي على منحنيات شبه زمنية مغلقة؛ أي منطقة كتلك التي افترضنا أن الحضارة المتقدّمة ستنشئها.

ينطوي اعتناق هذا التعريف باعتباره أثرًا نتتبع به آلة الزمن على ميزة تتمثّل في القدرة على استخدام آلية البنية السببية التي ابتكرتها أنا وروجر بنروز لدراسة المتفرّدات والثقوب السود. وحتى من دون استخدام معادلات آينشتاين، استطعت أن أبيّن أن الأفق الكوشي المولد بشكل محدود، على وجه العموم، سيتضمّن شعاعًا ضوئيًا مغلقًا، أو شعاعًا ضوئيًا يستمر في الرجوع إلى نفس النقطة مرارًا وتكرارًا. وعلاوة على ذلك، ففي كل مرة يعود فيها الضوء، سيكون أكثر انزياحًا نحو الأزرق، ومن ثمّ سيكون أكثر ميلًا للزرقة كل مرة. وقد يتم تشتيت تركيز أشعة الضوء على نحو كافٍ في كل مرة بحيث لا تتراكم طاقة الضوء وتصبح لا نهائية.

ومع ذلك، فإن الانزياح نحو الأزرق سيعني أن جسَيم الضوء سيكون له تاريخ محدود فحسب، كما هو محدد من خلال القياس الزمني الخاص به، على الرغم من أنه يدور ويدور في منطقة محدودة ولا يصطدم بمتفردة انحناء.

وقد لا نبالي بما إذا كان جسَيم من الضوء قد أكمل تاريخه في وقت محدود أم لا. لكنني استطعت أيضًا إثبات أنه ستكون هناك مسارات تتحرّك بسرعة أقل من سرعة الضوء ولها مدة محدودة. وقد تكون هذه تواريخ راصدين عالقين في منطقة محدودة قبل الأفق الكوشي، وسوف تدور وتدور بسرعة أكبر وأكبر إلى أن تصل إلى سرعة الضوء في وقت محدود.

لذا، إذا دعاك مخلوق فضائي لطيف يركب طبقًا طائرًا إلى آلة الزمن الخاصة به، فادخل إلى الآلة

بحذر؛ فقد تقع في أحد هذه التواريخ المتكرّرة ذات المدة المحدودة.

كما قلت، لا تعتمد هذه النتائج على معادلات آينشتاين، وإنما تعتمد فقط على الطريقة التي ينبغي للزمكان أن ينحني بها لينتج منحنيات شبه زمنية مغلقة في منطقة محدودة. ومع ذلك، يمكننا الآن أن نتساءل: ما هو نوع المادة التي تحتاجها حضارة متطوّرة لكي تحني الزمكان بحيث تصنع آلة زمن محدودة الحجم؟ هل يمكن أن تكون لها كثافة طاقة إيجابية في كل مكان، كما في زمكان الوتر الكوني؟ قد يتخيل المرء أنه يستطيع صنع آلة زمن محدودة باستخدام حلقات محدودة من الأوتار الكونية وتكون كثافة الطاقة إيجابية في كل مكان. يؤسفني أن أخيّب آمال أولئك الذين يرغبون في العودة إلى الماضي، ولكن لا يمكن تحقيق ذلك بكثافة طاقة إيجابية في كل مكان. لقد أثبت أنه من أجل صنع آلة زمن محدودة، سنحتاج إلى طاقة سالبة.

في النظرية الكلاسيكية، جميع المجالات المقبولة فيزيائيًا تخضع لحالة الطاقة الضعيفة، والتي تقول إن كثافة الطاقة لأي راصد تكون أكبر من أو تساوي صفرًا.

وهكذا تكون آلات الزمن ذات الحجم المحدود مستبعدة في النظرية الكلاسيكية البحتة. غير أن الوضع مختلف في النظرية شبه الكلاسيكية؛ والتي ندرس فيها المجالات الكمية على خلفية زمكان كلاسيكي. يعني مبدأ عدم اليقين في نظرية الكَمْ أن المجالات تتذبذب دائمًا صعودًا وهبوطًا، حتى في فضاء يبدو فارغًا. وتلك التذبذبات الكمية تجعل كثافة الطاقة لا نهائية. وهكذا يتعيّن علينا أن نطرح كمية لا نهائية للحصول على كثافة الطاقة المحدودة التي نرصدها. وبغير هذا، ستعمل كثافة الطاقة على ثني الزمكان وصولًا إلى نقطة واحدة. وهذا الطرح قد يجعل القيمة المتوقعة للطاقة سالبة، على الأقل محلّيًا. وحتى في الفضاء المسطح، يمكننا أن نجد حالات كمية تكون فيها القيمة المتوقّعة لكثافة الطاقة سالبة محليًا، على الرغم من أن الطاقة الإجمالية المتكاملة تكون موجبة.

وقد نتساءل عمَّ إذا كانت هذه القيم المتوقّعة السالبة تتسبب فعليًا في انحناء الزمكان بالطريقة المناسبة. لكن يبدو أن هذا ضروري؛ فمبدأ عدم اليقين في نظرية الكم يسمح للجسيمات والإشعاع بالتسرّب من الثقوب السود. ويؤدّي هذا إلى فقدان الثقب الأسود بعض الكتلة؛ وبالتالي يتبخّر ببطء. ولكي يتقلّص حجم أفق الثقب الأسود، يجب أن تكون كثافة الطاقة في الأفق سالبة وأن تحني الزمكان لتجعل أشعة الضوء تتباعد عن بعضها البعض. فلو كانت كثافة الطاقة موجبة دائمًا وكانت تحني الزمكان بحيث تقرب أشعة الضوء من بعضها البعض، فإن مساحة أفق الثقب الأسود سوف تزداد مع مرور الوقت.

يبيّن تبخّر الثقوب السود أنه يمكن لموتر زخم الطاقة الكمية للمادة أن يحني الزمكان أحيانًا في الاتجاه المطلوب لصنع آلة الزمن. لذا يمكن للمرء أن يتخيل أن حضارة بالغة التطور يمكن أن تجعل القيم المتوقعة لكثافة الطاقة سالبة بما يكفي لصنع آلة زمن يمكن استخدامها بواسطة أجسام عيانية.

إلا أن ثمة اختلافًا مهمًا بين أفق الثقب الأسود وأفق آلة الزمن الذي يحتوي على أشعة ضوئية مغلقة تستمر في الدوران. فهذا من شأنه أن يجعل كثافة الطاقة لا نهائية، وهو ما يعني أن الشخص أو سفينة الفضاء التي تحاول عبور الأفق لتدخل إلى آلة الزمن سوف تُمحى بواسطة صاعقة من

الإشعاع. وقد يكون هذا بمثابة تحذير من الطبيعة بعدم التدخل في الماضي.

لذلك يبدو مستقبل السفر عبر الزمن أسود، أم ينبغي أن أقول إنه أبيض ساطع يخطف الأبصار؟ ومع ذلك، فإن القيمة المتوقّعة لموتر زخم الطاقة تعتمد على الحالة الكمية للمجالات في الخلفية. وقد يتصوّر المرء أنه يمكن أن تكون هناك حالات كمية تكون كثافة الطاقة فيها محدودة في الأفق، وأن هناك أمثلة على هذه الحالة. أما كيفية الوصول لمثل هذه الحالة الكمية، أو ما إذا كانت ستحافظ على استقرارها أم لا عند عبور الأجسام للأفق، فنحن لا نعرف شيئًا عن ذلك. ولكن هذه أمور قد تكون ضمن نطاق قدرات حضارة متطورة.

هذه مسألة ينبغي أن يناقشها الفيزيائيون بحرية من دون أن يخشوا التعرّض للسخرية أو الاستهزاء. فحتى إذا تبين في النهاية أن السفر عبر الزمن مستحيل، فمن المهم أن نفهم سبب استحالته.

إننا لا نعرف الكثير عن نظرية الجاذبية المحددة كميًّا بالكامل. لكن يمكن أن نتوقع أنها ستختلف عن النظرية شبه الكلاسيكية فقط من حيث طول بلانك، وهو جزء من مليون مليار مليار جزء من السنتيمتر. ومن الممكن جدًا للتقلبات الكمية في خلفية الزمكان أن تؤدي إلى خلق ثقوب دودية وإتاحة السفر عبر الزمن على نطاق مجهري، ولكن وفقًا للنسبية العامة، لن تتمكن الأجسام العيانية من العودة إلى ماضيها.

وحتى إذا اكتُشِفَت نظرية مختلفة في المستقبل، فإنني لا أعتقد بأن السفر عبر الزمن سيكون ممكنًا على الإطلاق. ولو أنه كان ممكنًا، لكنا الآن نتعرّض لغزو كاسح من قبل سياح قادمين من المستقبل.

الفصل الثاني عشر

الزمن التخيُّلي

عندما كنا في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا «كالتِك»، قمنا بزيارة سانتا باربرا، التي تبعد ساعتين بالسيارة على الساحل. وهناك عملت مع صديقي ومساعدي، جيم هارتل، على إيجاد طريقة جديدة لحساب كيفية انبعاث الجسيمات من ثقب أسود، وجمعنا كافة المسارات الممكنة التي يمكن للجسيم أن يأخذها للهروب من الثقب الأسود. وجدنا أن احتمال انبعاث جسيم من ثقب أسود يرتبط باحتمال سقوطه في الثقب، بالطريقة نفسها التي ترتبط بها احتمالات الانبعاث والامتصاص لجسم ساخن. ومرة أخرى، بيَّن هذا أن الثقوب السود تسلك كما لو أن لها درجة حرارة وإنتروبيا تتناسب مع مساحة الأفق الخاصة بها.

وقد اعتمدت حساباتنا على مفهوم الزمن التخيّلي، والذي يمكن اعتباره اتجاهًا للزمن بزوايا قائمة عمودية على الزمن الفعلي العادي. وعندما عدت إلى كامبريدج، عملت على تطوير هذه الفكرة أكثر مع اثنين من الطلاب الباحثين السابقين لديّ، وهما غاري جيبونز ومالكولم بيري. استبدلنا الزمن التخيّلي بالزمن العادي.

ويسمى هذا «النهج الإقليدي»، لأنه يجعل من الزمن اتجاهًا رابعًا للفضاء. واجهت الفكرة الكثير من المقاومة في البداية ولكنها الآن مقبولة بوجه عام باعتبارها أفضل طريقة لدراسة الجاذبية الكمية. ويُعد الفضاء الإقليدي لزمن الثقب الأسود سلسًا ولا يحتوي على أي متفرّدات تتوقّف عندها معادلات الفيزياء. وقد قدّمت الفكرة حلًّا للمشكلة الأساسية التي أثارتها نظريتا المتفرّدات اللتان كنت أنا وبنروز قد وضعناهما من قبل، ألا وهي أن القدرة على التنبؤ ستنهار بسبب المتفرّدة.

وباستخدام النهج الإقليدي، استطعنا فهم الأسباب العميقة التي تجعل الثقوب السود تسلك سلوك الأجسام الساخنة ولماذا يكون لها إنتروبيا. وبيَّنت أنا وغاري أيضًا أن كونًا يتسع بمعدل متزايد باستمرار سيسلك كما لو كان له درجة حرارة فعلية مثل درجة حرارة الثقب الأسود. وكنا نظن آنذاك أن درجة الحرارة تلك لا يمكن رصدها مطلقًا، ولكن اتضحت أهميتها بعد أربعة عشر عامًا.

كنت أصب اهتمامي بالأساس على الثقوب السود، ولكن اهتمامي بعلم الكونيات تجدّد على إثر الإشارة إلى أن الكون في مراحله المبكرة قد مر بفترة من التمدد التضخمي؛ أي إن حجمه كان ينمو بمعدل متزايد باستمرار، تمامًا مثلما ترتفع الأسعار في المتاجر. وفي العام 1982، وباستخدام الأساليب الإقليدية، أوضحت أن كونًا كهذا كان سيصبح غير متسق بعض الشيء. وقد توصّل العالم الروسي فيتشسلاف موخانوف إلى نتائج مماثلة في الوقت نفسه تقريبًا، ولكن ذلك لم يُعرف في الغرب إلا في وقت لاحق.



مع دون بيدج (في الأعلى، أقصى اليسار)، وكيب ثورن (في الأسفل، الثالث من اليسار)، وجيم هارتل (في الأسفل، أقصى اليمين)، وآخرين.

ويمكن اعتبار مواطن عدم الاتساق ناشئة عن التقلبات الحرارية الناتجة عن درجة الحرارة الفعلية في الكون التضخمي الذي اكتشفته أنا وغاري جيبونز قبل ثماني سنوات. وقدّم عدة أشخاص آخرين في وقت لاحق تنبؤات مماثلة. وقد عقدت ورشة عمل في كامبريدج حضرها جميع العلماء المؤثرين في هذا المجال، وفي ذلك المؤتمر، أسسنا الجزء الأكبر من الصورة الحالية للتضخم، بما في ذلك تقلّبات الكثافة البالغة الأهمية التي تؤدي إلى تشكُّل المجرات، وبالتالي إلى وجود البشر في نهاية المطاف.

كان ذلك قبل عشر سنوات من نجاح القمر الصناعي «مستكشف الخلفية الكونية» Cosmic[16] Background Explorer (COBE) في تسجيل اختلافات في الخلفية الميكرووية في اتجاهات مختلفة ناتجة عن تقلّبات الكثافة. وهكذا، مرة أخرى، كانت النظرية سابقة على التجربة في دراسة الجاذبية. وقد تأكدت هذه التقلبات لاحقًا بواسطة «مسبار ويلكنسون لتباين الأشعة الميكرووية»

Wilkinson Microwave Anisotropy Probe[17] (WMAP) والقمر الصناعي «بلانك» Planck، وكانت متفقة تمامًا مع التنبؤات.

كان السيناريو الأصلي للتضخم هو أن الكون بدأ بمتفردة الانفجار الكبير. ومع تمدّد الكون، كان من المفترض بطريقة ما أن يدخل في حالة تضخمية. وقد رأيت أن هذا التفسير غير كافٍ، لأن جميع المعادلات ستنهار في حالة وجود متفردة، كما ذكرت سابقًا. ولكن ما لم نعرف ما الذي نتج عن المتفرّدة الأولى، فلا يمكننا أن نحسب كيفية تطوّر الكون؛ وما كان لعلم الكونيات أن يملك أي قدرة تنبؤية. وكان المطلوب هو زمكان لا توجد به متفرّدة، كما هو الحال في النسخة الإقليدية للثقب الأسود.

بعد ورشة العمل التي عقدتها في كامبريدج، قضيت فصل الصيف في «معهد الفيزياء النظرية» في سانتا باربرا، والذي كان قد أنشئ للتو. تحدّثت إلى جيم هارتل بشأن كيفية تطبيق النهج الإقليدي على علم الكونيات. ووفقًا للنهج الإقليدي، فإن السلوك الكمي للكون يُقاس بصيغة مجموع تكامل لفاينمان لفئة معينة من التواريخ في الزمن التخيلي. ولما كان الزمن التخيلي يسلك مثل اتجاه آخر في الفضاء، فيمكن أن تكون التواريخ في الزمن التخيلي عبارة عن أسطح مغلقة، مثل سطح كوكب الأرض، من دون بداية أو نهاية.

قررت أنا وجيم أن هذا هو الخيار الأكثر طبيعية، بل هو الخيار الطبيعي الوحيد في الواقع. وضعنا مقترح اللاحدود القائل بأن شرط الحدود للكون هو أنه مغلق بلا حدود. ووفقًا لمقترح اللاحدود، كانت بداية الكون تشبه القطب الجنوبي للأرض، حيث تلعب درجات خطوط العرض دور الزمن التخيلي. يبدأ الكون كنقطة في القطب الجنوبي. ومع التحرّك نحو الشمال، تتوسّع دوائر خطوط العرض الثابتة، التي تمثّل حجم الكون. وبهذا يصبح التساؤل عمَّ حدث قبل بداية الكون مسألة لا معنى لها، لأنه لا يوجد شيء جنوب القطب الجنوبي.

سيكون للوقت، كما يُقاس بدرجات خطوط العرض، بداية في القطب الجنوبي، ولكن القطب الجنوبي يشبه إلى حد بعيد أي نقطة أخرى على كوكب الأرض.

وتسري قوانين الطبيعة نفسها في القطب الجنوبي كما تسري في أي مكان آخر. وهذا من شأنه أن يقضي على الاعتراض القديم القائل بأن للكون بداية؛ وأن بدايته مكان تنهار فيه القوانين المعتادة. وبدلًا من ذلك، ستكون بداية الكون محكومة بقوانين العلم. وهكذا نكون قد تجنّبنا الصعوبة العلمية والفلسفية حول حقيقة أن للزمن بداية عن طريق تحويله إلى اتجاه.

يعني شرط اللاحدود ضمنًا أن الكون نشأ تلقائيًا من لا شيء. وقد بدا في أول الأمر أن مقترح اللاحدود لا يتنبأ بقدرٍ كافٍ من التضخم، لكنني أدركت لاحقًا أن احتمال وجود تكوين معين للكون يجب أن يُوزن من خلال حجم التكوين. وقد اكتشفنا مؤخرًا، أنا وجيم هارتل وتوماس هيرتوغ (وهو أحد طلابي السابقين أيضًا)، أن هناك ازدواجية بين الأكوان المتضخّمة والفضاءات ذات الانحناء السلبي. ويتيح لنا هذا صوغ مقترح اللاحدود بطريقة جديدة واستخدام الآلية التقنية الكبيرة التي جرى تطويرها لهذه الفضاءات. ويتنبّأ مقترح اللاحدود بأن الكون يبدأ بسلاسة شبه مطلقة، ولكن مع وجود انحرافات ضئيلة. وتزيد هذه الانحرافات مع تمدد الكون، وتؤدي إلى تشكّل المجرات، والنجوم، وجميع البنى الأخرى في الكون، بما في ذلك الكائنات الحية. إن شرط عدم وجود حدود هو سر الخلق، وسبب وجودنا هنا.

الفصل الثالث عشر

لا حدود

حين كنت في الحادية والعشرين من عمري وأصبت بالمرض العصبي الحركي، شعرت بأن هذا ليس عدلًا. لماذا يحدث لي هذا؟ ظننت في ذلك الوقت بأن حياتي انتهت وأنني لن أتمكن قط من تحقيق القدرات التي شعرت أنني أمتلكها. ولكن الآن، بعد مرور خمسين عامًا على ذلك، يمكنني أن أشعر برضى هادئ عن ما حققته في حياتي. لقد تزوجت مرتين، ولديَّ ثلاثة أطفال رائعين ناجحين. ونجحت في مسيرتي العلمية؛ إذ أعتقد بأن معظم علماء الفيزياء النظرية يتفقون على أن تنبؤاتي للانبعاثات الكمية من الثقوب السود صحيحة، رغم أنها لم تجعلني أفوز بجائزة نوبل حتى الآن، لأنه من الصعب للغاية التحقّق منها بالتجربة. ومع ذلك، فقد فزت ب«جائزة الفيزياء الأساسية» [18] Fundamental PhysicsPrize الأكثر قيمة من نوبل، والتي منحت لي نظير الأهمية النظرية للاكتشاف برغم حقيقة أنه لم يتم التحقّق منه تجريبيًا.

لم تقف إعاقتي حجر عثرة في طريق أبحاثي العلمية؛ بل إنني في الحقيقة، أعتقد بأنها كانت عاملًا مساعدًا لي بطرق عدة: فلم أضطر لإلقاء المحاضرات أو التدريس للطلاب الجامعيين، ولم أضطر إلى الجلوس في لجان مملّة ومستنزفة للوقت. لذا فقد أمكنني تكريس جهدي بالكامل للبحث.

بالنسبة إلى زملائي، أنا مجرد عالم فيزياء آخر، ولكن بالنسبة إلى الجمهور الأوسع، ربما أكون قد أصبحت أشهر عالم في العالم. ويرجع ذلك في جزء منه إلى أن العلماء - باستثناء آينشتاين - ليسوا نجومًا شهيرة في المعتاد، وفي جزء آخر إلى أنني أناسب الصورة النمطية للمعوّق العبقري؛ فأنا لا أستطيع التخفّي باستخدام شعر مستعار ونظارة داكنة؛ إذ يفتضح أمري بسبب المقعد المتحرك.

وكوني مشهورًا ويمكن التعرف عليّ بسهولة أمرًا كانت له إيجابياته وسلبياته. وتتمثّل السلبيات في صعوبة القيام بالأمور العادية - مثل التسوّق - من دون أن يحاصرني الناس لالتقاط الصور التذكارية، وأن الصحافة في الماضي قد تطفّلت على حياتي الشخصية بشكل بغيض. غير أن الإيجابيات كانت تفوق السلبيات بكثير؛ حيث يبدو الناس سعداء حقًا لرؤيتي. بل إنني حظيت بأكبر جمهور لي في حياتي حين كنت المقدّم الرئيسي لدورة الألعاب البارالمبية[19] في لندن العام 2012.



تقديم دورة الألعاب البارالمبية في العام 2012.

لقد حظيت بحياة كاملة ومرضية. وأرى أنه ينبغي لذوي الإعاقات أن يركزوا على الأشياء التي لا تمنعهم إعاقاتهم من فعلها وعدم الشعور بالأسى على ما لا يمكنهم فعله. ففي حالتي، تمكّنت من القيام بمعظم الأشياء التي أردتها. سافرت كثيرًا. زرت الاتحاد السوفييتي سبع مرات. كانت المرة الأولى التي زرت فيها الاتحاد السوفيتي مع فريق من الطلاب. وأراد أحد الأعضاء، وكان معمدانيًا، توزيع الكتاب المقدس باللغة الروسية، وطلب منّا تهريب النسخ إلى هناك. نجحنا في تهريبها من دون أن يُكتشف أمرنا، ولكن بحلول وقت رحيلنا، كانت السلطات قد اكتشفت ما فعلناه واحتجزتنا لبعض الوقت. غير أن اتهامنا بتهريب الكتاب المقدس كان سيتسبب في واقعة دولية ودعاية سلبية، لذلك أطلقوا سراحنا بعد بضع ساعات. أما الزيارات الست الأخرى فقد كانت لمقابلة علماء روس لم يكن مسموحًا لهم في ذلك الوقت بالسفر إلى الغرب. وبعد انهيار الاتحاد السوفييتي العام 1990، هاجر العديد من أفضل العلماء السوفييت إلى الغرب، لذا لم أذهب إلى روسيا منذ ذلك الحين.

كذلك زرت اليابان ست مرات، والصين ثلاث مرات، وزرت كافة قارات المعمورة - بما في ذلك القارة القطبية الجنوبية - باستثناء أوستراليا. قابلت رؤساء كوريا الجنوبية، والصين، والهند، وأيرلندا، وتشيلي، والولايات المتحدة. وحاضرت في قاعة الشعب الكبرى في بكين، وفي البيت الأبيض. كما ركبت غواصة تحت الماء، ومنطاد هواء ساخن، وانطلقت في رحلة لاختبار تجربة انعدام الجاذبية، وحجزت رحلة إلى الفضاء مع شركة فيرجن غالاكتك.

لقد بيَّنت أبحاثي الأولى أن النسبية العامة الكلاسيكية تنهار عند متفرّدات الانفجار الكبير والثقوب السود. وأوضحت أبحاثي اللاحقة كيف يمكن لنظرية الكَمّ أن تتنبأ بما حدث في بداية الزمن وما سيحدث في نهايته. لقد كان الوقت الذي قضيته في الحياة وفي إجراء أبحاث الفيزياء النظرية رائعًا وجليلًا. ولكم يسعدني أن أكون قد أضفت شيئًا إلى فهمنا للكون.



<u>تجربة انعدام الجاذبية.</u>



مقابلة الملكة إليزابيث الثانية مع ابنتي لوسي.



زيارتي لمعبد السماء في بكين.

ملحق [20]

مقابلات مع ستيفن هوكين

المقابلة الأخيرة مع هيئة الإذاعة البريطانية (بي بي سي)[21]

اجراها: بالاب غوش في شهر أكتوبر عام 2017

في شهر أكتوبر الماضي، دعوت البروفيسور ستيفن هوكينغ للتعليق على اكتشاف الموجات الثقالية الناشئة عن تصادم اثنين من النجوم النيوترونية. وقد تبيَّن لاحقًا أن تلك المقابلة ستكون هي آخر مقابلاته التي تبثها الإذاعة.

كان خبر التصادم خبرًا مذهلًا بحق لعدة أسباب، ليس أقلها أهمية أنه في غضون دقائق من اكتشاف الحدث، جرى تدريب تلسكوبات العالم أجمع على التقاط مثل هذا الحدث الكوني المدهش.

كان ذلك الحدث يعني أنه بالإضافة إلى اكتشاف التموجات في نسيج الزمكان الناشئة عن اندماج النجمين النيوترونيين، فإن علماء الفلك أمكنهم أن يروا أيضًا وللمرة الأولى ما يحدث عندما يصطدم جسمان هائلا الضخامة معًا في عملية قد تكون هي الوسيلة الوحيدة لخلق عنصرَي الذهب والبلاتين في الكون كله.

وقد كان الحدث مناسبًا بكل تأكيد لكي يفسر لنا البروفيسور هوكينغ:

• موجات آينشتاين المكتشفة من خلال تصادم النجوم • الموجات الثقالية:

«أداة قياس» جديدة كان البروفيسور هوكينغ قد علق في السنوات الأخيرة على تغير المناخ، والسفر في الفضاء، والذكاء الاصطناعي، ودائمًا ما كانت مقابلاته تجذب المشاهدين. وقد كنت محظوظًا بما يكفي لمقابلته عدة مرات. وبالنسبة لي كان هوكينغ في قمة تألقه حين كان يتحدث عن مجال اختصاصه؛ حيث تحدث عن الفيزياء التي عشقها وحيَّر عقولنا بكلامه عن دلالات الاكتشافات الجديدة فيها. وقد سرني وشرَّفني للغاية أن سمعت من طاقم مساعديه أنه كان دائمًا ما يستمتع بمقابلاتنا.

لم يمكنني أن أستخدم سوى واحدة فقط من إجاباته عن أسئلتي في تقريري الإخباري، لذا فإن باقي المقابلة لم تُذَع أو تُنشر. وإليكم المقابلة بالكامل الآن. إنه يترك لنا علامته المميزة وسحره الذي يبعث الرهبة في النفوس بحديثه عن كون لا بد لنا - إذا نظرنا إليه من منظور هوكينغ - أن نراه رائعًا وغامضًا في الوقت ذاته.

أخبرنا عن مدى أهمية اكتشاف تصادم نجمين نيوترونيين؟

إنها علامة مميزة بحق على الطريق. إنه أول اكتشاف من نوعه على الإطلاق لأحد مصادر الموجات الثقالية، وهو مصدر له نظير كهرومغناطيسي. وهو اكتشاف يؤكد أن دفقات أشعة جامّا القصيرة تحدث مع اندماج النجوم النيوترونية، ويزوّدنا بطريقة جديدة لقياس المسافات في علم الكونيات. كما أنه يُعلمنا بسلوك المادة حين تكون ذات كثافة عالية إلى حد هائل.

ما الذي سنعرفه من خلال الموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة نتيجة التصادم؟

يمنحنا الإشعاع الكهرومغناطيسي موقعًا دقيقًا في السماء؛ ويخبرنا كذلك بشأن «الانزياح الأحمر» للحدث. وتخبرنا الموجات الثقالية بمسافة السطوع. والجمع بين هذه القياسات يمنحنا طريقة جديدة لقياس المسافات في علم الكونيات. تلك هي الدرجة الأولى في ما سيصبح لاحقًا سلمًا كونيًا جديدًا للمسافات. إن المادة داخل النجم النيوتروني أكثر كثافة بكثير من أي شيء يمكننا إنتاجه في المختبرات. وستخبرنا الإشارة الكهرومغناطيسية الناشئة عن اندماج النجوم النيوترونية بسلوك المادة عند مثل هذه الكثافة العالية.

هل سيعطينا ذلك الحدث رؤى جديدة بشأن كيفية تشكل الثقوب السود؟

كانت حقيقة إمكانية تشكل الثقوب السود نتيجة اندماج نجمين نيوترونيين معروفة نظريًا؛ غير أن هذا الحدث هو الاختبار الأول، أو الرصد الأول لمثل هذا الحدث.

ومن المرجح أن يؤدي هذا الاندماج إلى تولد نجم نيوتروني دوار هائل الضخامة ينهار بعد ذلك ليشكل ثقبًا أسود.

يختلف هذا كثيرًا عن الطرق الأخرى لتشكل الثقوب السود، كما في حالة المستعرات العظمى (السوبرنوفا) أو عندما يستحوذ نجم نيوتروني على مادة نجم عادي.

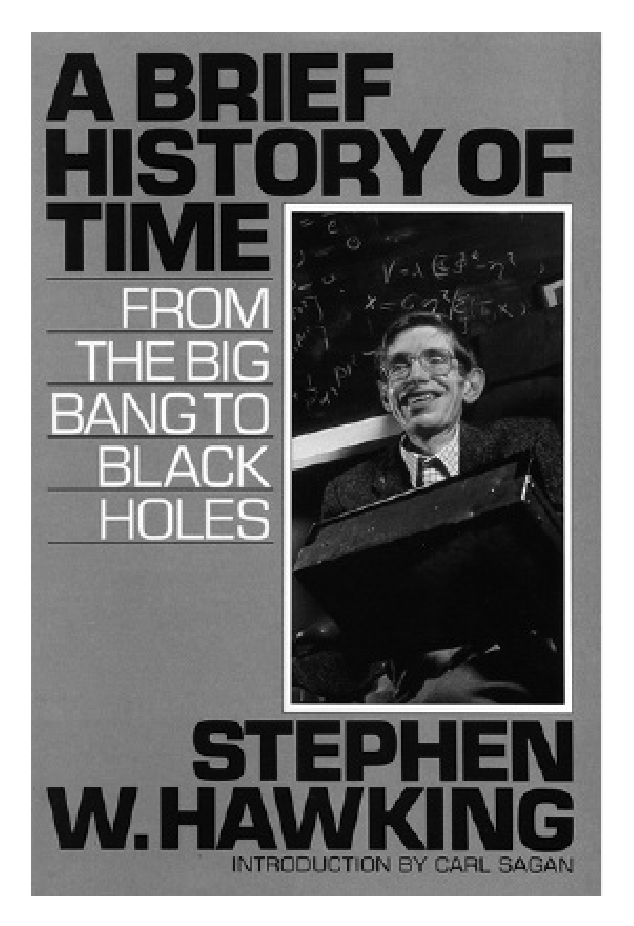
ومع التحليل الدقيق للبيانات والنمذجة النظرية على أجهزة الكمبيوتر الفائقة، ثمة مجال واسع لاكتساب رؤى جديدة حول ديناميكيات تشكل الثقوب السود وتدفقات أشعة جاما.

هل ستجلب لنا قياسات الموجات الثقالية رؤية أكبر لكيفية عمل الزمكان والجاذبية، وبالتالي تغير من فهمنا للكون؟

نعم، بلا أدنى شك. فقد يوفر سلم المسافات الكونية المستقل تأكيدًا مستقلًا لعمليات الرصد الكونية، أو قد يكشف عن مفاجآت كبرى. إن عمليات رصد الموجات الثقالية تتيح لنا اختبار نظرية النسبية العامة في الحالات التي تكون فيها مجالات الجاذبية قوية وشديدة الديناميكية. يظن البعض أن النسبية العامة تحتاج للتعديل من أجل تجنب الاضطرار لإدخال الطاقة المظلمة والمادة المظلمة في حساباتنا. والموجات الثقالية هي طريقة جديدة للبحث عن سمة مميزة للتعديلات الممكنة للنسبية العامة. إنها نافذة رصد جديدة للكون ستؤدي غالبًا إلى مفاجآت لا يمكن لأحد توقعها بعد. إننا لا نزال نفرك أعيننا - أو بالأحرى آذاننا أيضا - من الدهشة على آثر استيقاظنا للتو على أصوات الموجات الثقالية.

هل تصادم النجوم النيوترونية هو إحدى الطرق القليلة جدًا - أو لعلها الطريقة الوحيدة - لإنتاج الذهب في الكون؟ وهل يمكن لهذا أن يفسر سبب ندرته الشديدة على الأرض؟

نعم، تصادم النجوم النيوترونية هو إحدى طرق إنتاج الذهب. ويمكن أيضًا أن يتكون الذهب من خلال الالتقاط السريع للنيوترونات في المستعرات العظمى. إن الذهب نادر في كل مكان، وليس فقط على الأرض؛ وسبب ندرته هو أن الطاقة تصل إلى ذروتها عن طريق الترابط النووي في الحديد، وهو الأمر الذي يجعل من الصعب إنتاج عناصر أثقل بوجه عام. كذلك لا بد من التغلب على التنافر الكهرومغناطيسي القوي بواسطة القوة النووية من أجل تشكيل نوى ثقيلة مستقرة مثل نوى الذهب.



تاريخ موجز للزمان وهو الكتاب الذي جعل ستيفن هوكينغ شهيرا، إذ تربع هذا الكتاب على قائمة الأعلى مبيعا لفترة لم يصل إليها أي كتاب.

مقابلة مع صحيفة «إل باييس» الإسبانية[22]

أجراها: خافيير سالاس في سبتمبر 2015

كانت إعاقتي مفيدة لي بطريقة ما. لقد حررتني من التدريس والجلوس في لجان مملة، وأعطتني وقتًا أطول للتفكير وإجراء الأبحاث.

أعتقد أن كل إنسان يستطيع - ويجب عليه - أن يُكوِّن صورة عامة حول كيفية عمل الكون، وموقعنا فيه.

سوف تتفوق أجهزة الكمبيوتر على البشر بواسطة الذكاء الاصطناعي في مرحلة ما خلال المائة عام القادمة. وعندما يحدث ذلك، يجب علينا أن نحرص على أن أهداف أجهزة الكمبيوتر متوافقة مع أهدافنا.

لقد تعلمت أن لا أتطلع إلى المستقبل البعيد، وأن أركز على الحاضر. ولدي الكثير جدًا مما أريد تحقيقه.

***

رنّ الصوت الآلي المميز لأكثر العلماء شهرة على سطح الأرض قائلًا: «عيد ميلاد مجيد» بطول المنتزه على شاطئ «إل كاميسون» El Camisón على جزيرة تينريفي Tenerife (أكبر جزر الكناري)، مثيرًا الضحك بين السياح الذين تجمعوا حوله. تهامس السائحون فيما بينهم: «إنه ستيفن هوكينغ» بينما كانوا يتدافعون لرؤيته.

قال بات، أحد أفراد الفريق الذي يتبع هوكينغ في كل مكان، مفسرًا تلك التحية التي جاءت في غير موعدها المعتاد: «إنها مزحة يحبها؛ وهي تجعل الناس يضحكون». يزور هوكينغ البالغ من العمر 73 عامًا جزر الكناري للترويج لمهرجان «ستارموس فستيفال» Starmus festival الثالث، الذي يقام كل عامين، وهو تجمع دولي فريد يهدف إلى الاحتفاء بعلم الفلك، واستكشاف الفضاء، والموسيقى، والفن، والعلوم المماثلة، مثل الأحياء والكيمياء، وقد أسس هذا المهرجان جاريك إزرايليان، وهو عالم فلك في «معهد الكناري للفيزياء الفلكية» في تينريفي. وسوف يجمع مهرجان عام 2016 أكثر من عشرة من العلماء الفائزين بجائزة نوبل، إلى جانب العديد من الشخصيات الشهيرة الأخرى في الفنون، والعلوم، والفلك، واستكشاف الفضاء.

قوانين العلم كافية لتفسير نشأة الكون. ليس من الضروري اللجوء إلى غير ذلك.

يستطيع هوكينغ - الذي رأى مؤخرًا حياته الرائعة مصورة في فيلم «نظرية كل شيء» The Theory of Everything الحائز على جائزة الأوسكار - الكتابة باستخدام جهاز استشعار مثبت في خده، الذي يضم إحدى العضلات القليلة التي لا يزال يستطيع تحريكها. وهو يستخدم العديد من برامج الكمبيوتر لمساعدته على التواصل، غير أن الأمر قد يتطلب منه في بعض

الأحيان ما يصل إلى ساعتين للإجابة عن سؤال بسيط - على الرغم من أنه يمتلك زرًا خاصًا يُطلق النكات.

تقترب امرأة ترتدي ملابس السباحة من هوكينغ قائلة: «نشكرك على حِسّ دعابتك يا ستيفن». ويقول أحد أفراد فريقه إن هذا يحدث طوال الوقت، ويضيف قائلًا:

«إن كتبه عن الفيزياء الفلكية وأبحاثه العلمية جعلته يحظى بشهرة واسعة في جميع أنحاء العالم». يصحب هوكينغ في تلك الرحلة سبعة أشخاص، من بينهم الأطباء والأصدقاء المقربين. وقد وافق هوكينغ على الإجابة عن أسئلة صحيفة «إل بابيس»، ومناقشة الحاجة إلى غزو الفضاء إذا كانت البشرية ترغب في الحفاظ على بقائها، وكذلك المخاطر التي يشكلها الذكاء الاصطناعي، ومستقبل العلم في إسبانيا.

س: على الرغم من الصعوبات التي ينطوي عليها ذلك، فإنك تزيد من وتيرة ظهورك في المحافل العامة. إن لديك جدولًا زمنيًا مكتظًا بالرحلات، والمحاضرات، والمقابلات، والمهرجانات ... وكأنك نجم من نجوم الروك. لماذا تفعل ذلك؟

ج: أشعر بأن عليَّ واجب يلزمني بإعلام الجمهور بما يجري في ساحة العلم.

س: هل ثمة شيء تحب أن تفعله في حياتك ولم تفعله بعد؟

ج: أحب أن أذهب إلى الفضاء مع شركة فيرجن غالاكتك.

س: في أحدث كتبك، ركزت على النظريات التي يمكن أن توحّد النسبية وفيزياء الكم. ما الذي سيتناوله الكتاب التالي؟

ج: سيتناول حياتي التي استمرت على عكس التوقعات.

س: كما هي حال العديد من الدول الأخرى، خفضت إسبانيا ميزانية البحث العلمي، على نحو يحث العديد من العلماء الشبان على السفر إلى الخارج لمواصلة أبحاثهم. ماذا تقول للشباب الإسباني الذي يفكر في جدوى أن يصبح عالمًا من عدم جدوى ذلك؟

ج: أقول لهم اذهبوا إلى أمريكا. إنهم يقدرون العلم هناك لأنه يؤتي ثماره في عالم التكنولوجيا.

س: لقد أطلقت مؤخرًا مبادرة طموحة للغاية للبحث عن حياة ذكية داخل مجرتنا. ولكنك قلت منذ بضع سنوات مضت إنه سيكون من الأفضل عدم الاتصال بحضارات خارج كوكب الأرض لأنها يمكن أن تبيد البشر. هل غيرت رأيك في هذا الشأن؟

ج: إذا زارتنا مخلوقات فضائية، فقد تكون النتيجة مشابهة للغاية لما حدث عندما وصل كولومبوس إلى أمريكا، حيث لم تسر الأمور على نحو جيد بالنسبة للسكان الأصليين. مثل هؤلاء الفضائيين

سيكونون على الأرجح مثل الرحّالة المتجولين، حيث سيسعون إلى غزو واستعمار كل الكواكب التي يمكنهم الوصول إليها.

بالنسبة إلى عقلي الرياضي، فإن الأرقام وحدها تجعل التفكير في وجود الفضائيين أمرًا منطقيًا تمامًا. ويكمن التحدي الحقيقي في معرفة طبيعة هؤلاء الفضائيين وما سيفعلونه.

س: لقد قلت إن المعلومات يمكن أن تنجو من الثقوب السود. ما الذي يعنيه ذلك للشخص العادي، خاصة إذا وجد نفسه يسقط في ثقب أسود؟

ج: السقوط في ثقب أسود يشبه السقوط من فوق شلالات نياجارا على متن زورق؛ إذا استطعت التجديف بسرعة كافية، يمكنك الإفلات من السقوط. والثقوب السود هي آلة إعادة التدوير النهائية في الكون، وما يخرج منها هو نفس ما يدخل إليها، ولكن بعد إعادة معالجته.

س: في عام 2015، تُتِمّ النظرية النسبية عامها ال 100. ماذا تقول لآينشتاين لو كان بمقدورك التحدث إليه، وما الذي تتوقع أن يحققه العلم في المائة عام القادمة؟

ج: كتب آينشتاين بحثًا علميًا عام 1939 قال فيه إن المادة لا يمكن أن تنضغط إلى ما بعد نقطة معينة، مستبعدًا إمكانية تشكل الثقوب السود.

س: لماذا ينبغي أن نخشى الذكاء الاصطناعي؟

ج: سوف تتفوق أجهزة الكمبيوتر على البشر بواسطة الذكاء الاصطناعي في مرحلة ما خلال المائة عام القادمة. وعندما يحدث ذلك، يجب علينا أن نحرص على أن أهداف أجهزة الكمبيوتر متوافقة مع أهدافنا.

س: ما رأيك في ما سيؤول إليه مصيرنا كنوع؟

ج: أعتقد أن بقاء الجنس البشري سوف يعتمد على قدرته على إيجاد مواطن جديدة في أماكن أخرى من الكون، لأن ثمة خطرًا متزايدًا يكمن في أن تؤدي كارثة ما إلى تدمير كوكب الأرض. لذا فإنني أود أن أرفع من وعي الجمهور بأهمية رحلات الفضاء. لقد تعلمت أن لا أتطلع إلى المستقبل البعيد، وأن أركز على الحاضر. ولديَّ الكثير جدًا مما أريد تحقيقه.

س: ماذا تقول لرئيس الوزراء الإسباني، الذي صدَّق على تخفيضات كبيرة في ميزانية الإنفاق العلمي؟

ج: إن الإسبان مهتمون جدًا بالعلوم وعلم الكونيات. لقد كانوا قارئين رائعين لكتابي «تاريخ موجز للزمان». ومن المهم أن نمتلك جميعًا فهمًا جيدًا للعلوم والتكنولوجيا. إن العلم والتكنولوجيا يغيران عالمنا على نحو جذري، ومن المهم أن نتأكد من أن هذه التغييرات تسير في الاتجاهات الصحيحة. وفي مجتمع ديمقراطي، يعني هذا أننا جميعًا بحاجة إلى امتلاك فهم أساسي للعلم، حتى يتسنى لنا

نحن أنفسنا اتخاذ قرارات مستنيرة، بدلًا من أن نترك اتخاذ القرارات للخبراء. بالطبع ينبغي تبسيط الأمور؛ فأغلب الناس ليس لديهم الوقت لإتقان التفاصيل الرياضية للفيزياء النظرية، ولكنني أعتقد أن كل إنسان يستطيع - ويجب عليه - أن يُكوّن صورة عامة حول كيفية عمل الكون، وموقعنا فيه. وهذا ما حاولت توصيله للناس من خلال كتبي ومحاضراتي.

س: هل تعتقد أن المرء يمكن أن يكون عالمًا بارعًا ومؤمنًا بالله في الوقت نفسه؟

ج: إنني أستخدم كلمة الله بمعنى مجرد - كما كان آينشتاين يفعل - للإشارة إلى قوانين الطبيعة.

س: يواجه الأشخاص الذين يستخدمون كراسي متحركة صعوبات عديدة في عيش حياة طبيعية. وحيث إنك واجهت مثل هذه الصعوبات بنفسك، فما هي رسالتك للأشخاص الذين يضطرون لاستخدام الكراسي المتحركة؟

ج: رغم أنني كنت سيئ الحظ بما يكفي للإصابة بالمرض الحركي العصبي، وقد كنت محظوظًا للغاية في كل ما عدا ذلك تقريبًا. أسعدني الحظ بالعمل في مجال الفيزياء النظرية - وهو أحد المجالات القليلة التي لم تشكل إعاقتي عقبة خطيرة فيها - وكذلك سعدت بالنجاح المدوي لكتبي الموجَّهة إلى عامة الناس. ونصيحتي للأشخاص المعوّقين هي أن يركزوا على الأشياء التي لا تمنعهم إعاقاتهم من إتقانها، وألا يحزنوا على الأشياء التي تمنعهم الإعاقة من القيام بها. الفيزياء النظرية هي أحد المجالات القليلة التي لا تعد الإعاقة عقبة تحول دون العمل فيها. كل شيء في الفيزياء النظرية يعود إلى العقل. ولا بد من أن أعترف بأنني أميل إلى الانجراف نحو التفكير في الفيزياء والثقوب السود عندما لا أشارك في المحادثات. وفي الواقع، كانت إعاقتي مفيدة لي بطريقة ما. لقد حررتني من التدريس والجلوس في لجان مملة، وأعطتني وقتًا أطول للتفكير وإجراء الأبحاث.

س: ما الشيء المهم جدًا في مهرجان «ستارموس»؟

ج: مهرجان «ستارموس 3» ليس للاحتفاء بالثقوب السود فحسب - وهو الموضوع الذي أجريت فيه أبحاثًا مهمة - ولكنه يتضمن أيضًا الموسيقى والفنون. مهرجان «ستارموس 3» هو المكان الذي يجد فيه العلم الجاد جمهورًا أوسع نطاقًا، ويُحتفى فيه بالفكر، والفوارق الدقيقة، والتعقيد، وتُستكشف فيه طريقة عمل العلماء، وتُسخّر فيه الأفكار الجديدة.

مقابلة شبكة سي بي إس في عيد ميلاد هوكينغ الستين[23]

أجراها: إد برادلي في يناير عام 2003

توفى ستيفن هوكينغ، عالم الفيزياء النظرية العبقري، الذي كانت قدرته على التغلب على مرض موهن مدمّر بمثابة لغز لا يقل غموضًا عن بعض ألغاز الكون ذاته. توفي يوم الأربعاء الماضي عن عمر ناهز 76 عامًا. في يناير عام 2003، أجرى إد برادلي معه مقابلة لحساب برنامج «60 دقيقة» الشهير بمناسبة عيد ميلاده الستين؛ إذ كان وصوله إلى هذه السن علامة فارقة حقيقية بالنسبة لرجل راوغ الموت طوال أربعة عقود كاملة، حتى تلك اللحظة.

وفي المقابلة، سأله برادلي عن الحب، مقارنًا إياه بآينشتاين (الذي مات في يوم عيد ميلاده)، وعما إذا كانت ثمة فرصة لوجود إله في مفهوم هوكينغ عن الكون.

قال هوكينغ لبرادلي: «إنني أستخدم كلمة الله كمجاز للقوانين التي تحكم الكون». وأضاف قائلًا: «لذا، عندما أقول إننا سنعرف ما يفكر به الله، فإن ما أعنيه هو الكون بأكمله».

نص المقابلة فيما يلي نص حديث ستيفن هوكينغ، الذي جرى بثه في الخامس من يناير عام 2003:

افتتح إد برادلي المقابلة بالقول:

إن ما توشكون على رؤيته ليس من بين أسهل القصص التي عرضناها عليكم من قبل، ولكنها قد تكون من بين أروع القصص التي رأيتموها في أي مكان. إن نجاح البروفيسور ستيفن هوكينغ - عالم الفيزياء صاحب الشهرة العالمية والذي يقارنه البعض بألبرت آينشتاين - في مصاولة مرض التصلب الجانبي الضموري ALS - مرض لو جيرِج - طوال 40 سنة هو بالنسبة للبعض بمثابة لغز لا يقل غموضًا عن ألغاز الكون التي تعامل معها هوكينغ ليصبح بطلًا شعبيًا في نظر زملائه من الأكاديميين في جامعة كامبريدج، إلى جانب أمور أخرى.

كان ذلك حفل عيد ميلاد لم يتوقع أحد أن يحضره. فقد راوغ البروفيسور هوكينغ الموت طوال 40 عامًا. ففي سن الحادية والعشرين، قيل له إنه لن يعيش أكثر من سنتين، حين شُخّصت حالته بمرض التصلب الجانبى الضموري، أو مرض لو جيرِج، وهو مرض تنكسي متدرج يهاجم الجهاز العصبي المركزي. عُقد حفل عيد ميلاد هوكينغ الستين في جامعة كامبريدج، حيث كان محاطًا بأفراد عائلته، وطلابه، وعلماء علم الكونيات من جميع أنحاء العالم، الذين حضروا لتكريم أحد أشهر العلماء الأحياء على وجه الأرض.

- ما الذي كان يدور بذهنك أثناء تلك الاحتفالات؟

أجاب بروفيسور ستيفن هوكينغ (من خلال جهاز تأليف الصوت): بالنسبة للعديد من الناس، يُعد بلوغ سن الستين حدثًا غير سعيد، لكن بالنسبة لي، يُعد هذا إنجازًا كبيرًا. لم أظن قط أنني سأعيش حتى أصل إلى هذه السن.

إد برادلي: يستطيع هوكينغ التواصل فقط من خلال جهاز لتأليف الصوت ملحق بجهاز كمبيوتر. فباستخدام ما بقي له من قدرة محدودة على تحريك أصابعه، يستطيع النقر على مفتاح ليختار الكلمات ويكوّن الجمل التي يريدها على شاشة الكمبيوتر. إنها عملية مستنزفة للوقت، لذا فقد قدمنا له معظم أسئلتنا مسبقًا حتى يتمكن من برمجة إجاباته باستخدام الكمبيوتر، على الرغم من أن بعض العبارات المحددة مبرمجة مسبقًا في الكمبيوتر، حسبما تقول جوان جودوين، وهي إحدى أفراد فريق التمريض الذي يرافقه في كل مكان.

جوان جودوين: عبارات من قبيل «طابت ليلتك» و«إلى اللقاء» و...

ستيفن هوكينغ (من خلال جهاز تأليف الصوت): مرحبًا.

إد برادلي: مرحبًا.

ستيفن هوكينغ (من خلال جهاز تأليف الصوت): كيف حالك؟

إد برادلي: أنا بخير. و

- وهل البروفيسور هوكينغ كثير المطالب؟

جوان جودوين: إنه كثير المطالب، نعم.

إد برادلي: ولكنه يطلب بابتسامة، أليس كذلك؟

جوان جودوين: بلى، إنه يطلب بابتسامة.

ستيفن هوكينغ (من خلال جهاز تأليف الصوت): بلى.

جوان جودوين: إنني أستخدم كلمة «كثير» بالمعنى الأمريكي.

إد برادلي: ما الذي يعنيه هذا؟

جوان جودوين: يعني كثرة المطالب، أليس كذلك؟

إد برادلي: الكثرة.

جوان جودوين: نعم.

إد برادلي: نعم.

جوان جودوين: إن الكلمة الإنجليزية نفسها قد تعني العكس في الإنجليزية البريطانية.

إد برادلي: تعني العكس. إذًا هو كثير المطالب.

جوان جودوين: ولكن...

إد برادلي: هل هذا صحيح يا بروفيسور؟

ستيفن هوكينغ (من خلال جهاز تأليف الصوت):

أفضل القول بأنني رجل عنيد. لو لم أكن عنيدًا لما كنت هنا الآن.

إد برادلي: وُلِدَ ستيفن هوكينغ بوصفه الابن الأكبر لعالِم طبيب، وفي سن السابعة عشر، ارتاد جامعة أكسفورد لدراسة الفيزياء. وسرعان ما تبيَّن لزملائه من الطلاب عبقريته الفذة غير المتكلفة. يتذكر ديريك باوني، وهو الآن قس كاثوليكي، حين تم إعطاء الفصل 12 مسألة في غاية الصعوبة لحلها في غضون أسبوع. استطاع اثنان من الطلاب معًا حل مسألة ونصف فحسب.



الأب ديريك باوني: وواحد منا حل واحدة بمفرده. وقد عملنا على حلها طوال الأسبوع. وبالطبع، لم يكن ستيفن قد بدأ في حلها، لأنه لم يكن يكلف نفسه عناء فعل أي شيء حتى اللحظة الأخيرة، أو لا يفعله على الإطلاق.

إد برادلي: يقول باوني إنه في الصباح الذي كان مقررًا تسليم حلول المسائل فيه، شرع هوكينغ أخيرًا في حلها.

الأب ديريك باوني: قلت له، **«حسنًا يا هوكينغ، كم مسألة استطعت أن تحل إذن؟»**

فأجابني: «حسنًا، لم يسنح لي الوقت سوى لحل أول عشر مسائل». أعتقد أننا أدركنا في تلك اللحظة أن ستيفن ليس من نفس بلدتنا؛ بل حتى ليس من نفس كوكبنا.

إد برادلي: غير أن هوكينغ كان على وشك العودة إلى الأرض. فبعد تخرجه من جامعة أكسفورد بمرتبة الشرف الأولى، انتقل إلى كامبريدج من أجل إتمام الدراسات العليا. وتتذكّر أمه إيزابيل عودته إلى موطنه في بلدة سانت ألبانز الصغيرة لقضاء عيد الميلاد.

إيزابيل هوكينغ: كان البرد قارسًا في تلك السنة، لذا فقد ذهبنا للتزلج على جليد البحيرة في سانت ألبانز، وسقط ستيفن ولم يستطع النهوض. بعد ذلك ذهبنا لتناول القهوة، ثم أخبرني أنه شعر بما

يعتريه منذ مدة، ولكنه بالطبع لم يعرف ما هو بالضبط، ولم يقل لنا شيئًا. لم نكن نعرف حينها.

ستيفن هوكينغ (من خلال جهاز تأليف الصوت): كان تشخيص حالتي بأنه مرض لا شفاء منه بمثابة صدمة كبيرة لي. لماذا يحدث هذا لي؟ لم يكن هذا من العدل في شيء.

إيزابيل هوكينغ: كان في غاية الحزن. لكنني أعتقد أنه مقاتل صلب، وأعتقد أن هذا الجانب من شخصيته برز بسرعة كبيرة. وهو يقاتل منذ ذلك الحين.

إد برادلي (يعلق دون أن يظهر في الصورة): كان تطور المرض في حالة هوكينغ أبطأ مما توقع الأطباء. وعلى الرغم من أنه سرعان ما أصبح أسيرًا لكرسيٍّ متحرك، فقد تزوج وأنجب ثلاثة أطفال. وفي حين استمر المرض في تدمير جسمه، فقد كان عقله حرًا في التجول في أقصى غياهب الكون.

ستيفن هوكينغ (من خلال جهاز تأليف الصوت): أردت أن أعرف كيف يعمل الكون ولماذا. كنت مهتمًا، فوق كل شيء، بالانفجار الكبير والثقوب السود. إنهما يمثلان منشأ الكون ومصيره؛ بداية الزمن ونهايته.



إد برادلي: في عام 1979، اختير ستيفن هوكينغ لأحد المناصب التعليمية الأكثر تميزًا في جامعة كامبريدج. ففي سن السابعة والثلاثين، اختير لكرسي أستاذية الرياضيات، وهو اللقب الذي حمله في القرن السابع عشر السير إسحاق نيوتن، أبو الفيزياء. ويكون جميع من يجلسون على كراسي الأستاذية في الجامعة مطالبين بالتوقيع في دفتر معيَّن؛ وقد وقع هوكينغ باسمه في ذلك الدفتر بصعوبة بالغة، وكانت تلك هي المرة الأخيرة التي يوقع فيها باسمه.

وقد أصبح منظر الأستاذ الجامعي الأشهر بالجامعة والملازم للكرسي المتحرك مشهدًا مألوفًا في كامبريدج، بينما واصل هوكينغ الوفاء بواجباته في مجال التدريس.

غير أن قدرته على الحديث باتت تضمحل وتخذله، وكان من الضروري أن يوظف أحد الطلاب ليعمل كمترجم له ليتمكن الناس من فهم ما يقول.

ستيفن هوكينغ (في لقطة من مقطع فيديو قديم):... قبل أن - قبل أن تدخل إلى الثقب الأسود.

مترجم مجهول (لقطة من مقطع فيديو قديم): وبعد ذلك ستمزقك قوى المد والجزر إلى أشلاء قبل أن تدخل إلى الثقب الأسود.

إد برادلي: في عام 1985، أُصيب هوكينغ بالالتهاب الرئوي، وإذ لم يعد قادرًا على التنفس، تم وضعه على جهاز دعم الحياة. ومن أجل إنقاذ حياته، أجرى له الأطباء عملية ثقب في القصبة الهوائية، وهو إجراء سمح له بالتنفس من خلال أنبوب موضوع في حلقه. غير أن هوكينغ دفع ثمنًا باهظًا لنجاته؛ فقد أدت العملية إلى فقدان قدرته على الكلام تمامًا وأصبح عقله حينئذ حبيسًا كليًا داخل جسده.

ستيفن هوكينغ (من خلال جهاز تأليف الصوت): كنت في حالة انهيار كامل لفترة من الوقت بعد العملية. شعرت أن الحياة لا تستحق مواصلة العيش فيها إذا لم أتمكن من استعادة صوتي.

إد برادلي: لكن هوكينغ لجأ بعد ذلك إلى تكنولوجيا أجهزة الكمبيوتر، وأضاف الصوت الجديد الذي أمكن تحريره من محبسه داخل جسده المزيد من السحر على شخصيته. أصبح حينها قادرًا على إلقاء محاضرات عامة وتأليف كتاب أثار ضجة عالمية. حقق كتابه «تاريخ موجز للزمان» مبيعات بلغت 25 مليون نسخة حول العالم، وتمت ترجمته إلى 40 لغة. ورغم كل ذلك فإن الحقيقة الأكثر إثارة للدهشة حول هذا الكتاب الأعلى مبيعًا هي أنه من الصعب أن تجد شخصًا استطاع قراءته كاملًا، بمن في ذلك صديق هوكينغ القديم من أيام الدراسة، ديريك باوني.

لديك شهادة جامعية في الفيزياء، أليس كذلك؟

الأب ديريك باوني: بلى.

إد برادلي: دعني أسألك سؤالًا محرجًا إذن. **هل قرأت كتاب «تاريخ موجز للزمان»؟**

الأب ديريك باوني: كلا، لم أفعل. لقد اشتريت الكتاب، وبدأت في قراءته. أعتقد أنني كنت أقرأ حوالي ثماني صفحات، أو عشر، أو اثنتي عشرة صفحة، أو شيء من هذا القبيل، ثم قلت لنفسي: «هذا كتاب صعب». إن كتاب «تاريخ موجز للزمان» من نوع الكتب التي يحتاج كل بيت مثقف إلى وجودها في مكتبته، ولكن لا ينبغي على أحد أن يكون مضطرًا لقراءته، مثل الكتاب المقدس.



إد برادلي: **مثل الكتاب المقدس؟**

الأب ديريك باوني: نعم.

إد برادلي: وسواء أقرأ أحد الكتاب بالكامل أم لا، فإن ذلك الكتاب حوَّل ستيفن هوكينغ من أكاديمي مبجَّل لكنه غير مشهور ولا يعرف قدره سوى أقرانه إلى أحد مشاهير العالم. ولكن بعد تحقيق الشهرة غير المتوقعة، وقع الطلاق المرير من زوجة هوكينغ الأولى. وفي عام 1995، تزوج من إحدى ممرضاته. ويحاول الطرفان تجنب الحديث عن حياتهما الخاصة، لكن هوكينغ يقول ما يلي.

ستيفن هوكينغ (من خلال جهاز تأليف الصوت): مثل جميع البشر، أنا أيضًا أحتاج إلى الدفء، والحب، والمودة؛ فما كنت لأستطيع مواصلة حياتي لو لم يكن لديَّ سوى الفيزياء.

إد برادلي: غير أن الفيزياء تبقى هي الحب الأول لهوكينغ، وقد نشر مؤخرًا كتابًا جديدًا بعنوان «الكون بإيجاز» The Universe in a Nutshell، يستكشف فيه ما يسميه العلماء «الكأس المقدسة» للفيزياء، أو «نظرية كل شيء».

لقد قلت إنه إذا تمكن العلماء من اكتشاف نظرية كاملة لكل شيء، فإننا سنعرف حينها كيف يفكر الله. لكن هل هناك حقًّا مساحة لوجود الله في مفهومك عن الكون؟ ما الذي تؤمن أنت به؟

ستيفن هوكينغ (من خلال جهاز تأليف الصوت): إنني أستخدم كلمة «الله» كمجاز للإشارة إلى القوانين التي تحكم الكون. لذا، عندما أقول إننا سنعرف كيف يفكر الله، فإن ما أعنيه هو الكون بأكمله.

إد برادلي: وبمثل هذه التصريحات، لا يكون مستغرَبًا أن يُعتبر هوكينغ نبي العصر الحديث في كل مكان يذهب إليه. فعندما دعي لإلقاء محاضرة الألفية الجديدة في البيت الأبيض إبان إدارة الرئيس كلينتون، طرح أفكاره بشأن إمكانية استمرار الجنس البشري في البقاء لألف سنة أخرى. وفي حال كنت تتساءل عن رأيه، فإنه يعتقد أننا قد نتمكن من البقاء. ولكن مثار الفخر الأكبر بالنسبة إلى

هوكينغ هو دعوة تلقاها من مؤسسة أخرى.

ظهر هوكينغ في إحدى حلقات مسلسل «ستار تريك»، حيث كان يتغلب على إسحاق نيوتن وألبرت آينشتاين في لعبة البوكر.

لكن على الرغم من أن وسائل الإعلام أنزلت هوكينغ مثل هذه المنزلة مع عمالقة العلم في أزمنة ماضية، فإن زملاءه من العلماء ليسوا مستعدين للتمادي إلى هذا الحد.

سير مارتن ريس: أعتقد أنه واحد من أفضل 20 عالم من علماء الفيزياء النظرية الأحياء.

إد برادلي: سير مارتن ريس هو عالم كونيات في جامعة كامبريدج وصاحب لقب «الفلكي الملكي» في بريطانيا؛ وهو يعرف هوكينغ منذ كانا طالبَيْن في الدراسات العليا.

إذن، كيف يحظى هوكينغ بهذه السمعة بين عامة الناس بوصفه أعظم العلماء منذ آينشتاين؟

سير مارتن ريس: أعتقد أن السبب في أنه أصبح رمزًا علميًا شهيرًا في جميع أنحاء العالم، وهذا هو الواقع، هو إعجاب الجميع بإنجازاته المدهشة. لكن طبيعة تلك الإنجازات يبدو أنها تنطوي على عقل أسير لكنه يجوب أرجاء الكون، وأعتقد أن هذا التناقض هو الذي يؤثر في رأي الجمهور.

إد برادلي: لقد أسهمت الأفلام التي صُنِعت عن هوكينغ على مر السنين، مثل «تاريخ موجز للزمان» في رسم هذه الصورة لجسد معوّق يسكنه عقل عبقري قادر على الوصول إلى النجوم. وتلك صورة يرفضها هوكينغ نفسه.

ستيفن هوكينغ (من خلال جهاز تأليف الصوت): إنني ألائم الصورة النمطية للعبقري المعوّق من ناحية أنني معوّق على نحو واضح، ولكنني لست عبقريًا بقدر ما كان آينشتاين.

إد برادلي: اليوم، في عصر نفدت فيه القوة الدافعة لمعظم علماء الفيزياء، يظل هوكينغ قوة يُعتمد عليها ولا يُستهان بها، وهو الأمر الذي يواصل اكتشافه طلاب الدراسات العليا الذين يدرّس لهم.

إد برادلي (يعلق دون أن يظهر في الصورة): **وعلى الرغم من رفض هوكينغ مقارنته بآينشتاين، فقد اكتشفنا أن لديهما شيء مشترك. فتمامًا مثل آينشتاين، تبيَّن أن هوكينغ شديد الشغف بالممثلة الجميلة مارلين مونرو. لذا، هل من ضيف شرف أفضل منها كان يستطيع أن يحظى به في حفل عيد ميلاده؟**

امرأة تنتحل شخصية مارلين مونرو(تغني): عيد ميلاد سعيد، عيد ميلاد سعيد، بروفيسور ستيفن هوكينغ.

مجموعة من الناس (يغنون معًا بانسجام): عيد ميلاد سعيد.

المرأة التي تنتحل شخصية مارلين مونرو: عيد ميلاد سعيد يا عزيزي.

ستيفن هوكينغ (من خلال جهاز تأليف الصوت): أود أن أشكركم جميعًا على مودتكم وحبكم. كم أنا

محظوظ.

نبذة عن المؤلف

كان ستيفن هوكينغ عالمًا لامعًا في الفيزياء النظرية، ويُعتبر بوجه عام واحدًا من أعظم العلماء. وقد كانت لافتة أفكاره حول أمور تتعلق بالنظرة إلى الحياة والعالم.

في العام 1963، وفي سن الحادية والعشرين، حين كان طالبًا بالدراسات العليا في جامعة كامبريدج، أصيب ستيفن هوكينغ بمرض عصبي حركي وقدّر الأطباء أنه سيعيش عامين فقط. غير أنه واصل حياته ليصبح باحثًا استثنائيًا وأستاذًا زميلًا في كلية جونفيل وكيوس كوليدج، وشغل منصب أستاذ علوم الرياضيات والفيزياء النظرية لمدة ثلاثين عامًا، وهو المنصب الذي شغله من قبل السير إسحاق نيوتن في الفترة من 1669 إلى 1702. وشغل البروفيسور هوكينغ في أواخر حياته منصب مدير البحوث في قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية بجامعة كامبريدج. وقد فاز هوكينغ بالكثير من الدرجات الفخرية، وحصل على وسام الشرف العام 1989. كما كان زميلًا للجمعية الملكية وعضوًا في الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم.

بروفيسور هوكينغ هو مؤلّف كتاب «تاريخ موجز للزمان»، الذي حقّق أعلى المبيعات على مستوى العالم. وتشمل كتبه الأخرى الأكثر مبيعًا والموجهة لعامة القراء:

مجموعة مقالات «الثقوب السود والأكوان الناشئة ومقالات أخرى»، و«الكون بإيجاز»، و«تاريخ أكثر إيجازًا للزمن»، و«التصميم العظيم» و«الثقوب السود:محاضرات ريث». توفي هوكينغ عام 2018 عن عمر ستة وسبعين عامًا.

<u>كتب أخرى من تأليف ستيفن هوكينغ</u>

- تاريخ موجز للزمن

- الثقوب السوداء والأكوان الناشئة ومقالات أخرى

- تاريخ موجز مصور للزمان

- الكون في قشرة جوز (الكون بإيجاز) الثقوب السود: محاضرات ريث التي تبثها هيئة الإذاعة البريطانية (بي بي سي) سيرتي الذاتية بإيجاز بالاشتراك مع ليونارد ملودينوو تاريخ أكثر إيجازًا للزمان التصميم العظيم بالاشتراك مع جي إف آر إيليس الهيكل الكبير للزمكان بالاشتراك مع لوسي هوكينغ جورج والمفتاح السرّي إلى الكون جورج والبحث عن الكنز الكوني جورج والانفجار العظيم جورج والكود غير القابل للكسر جورج والقمر الأزرق مجموعة مقالات حرّرها وعلّق عليها ستيفن هوكينغ على أكتاف العمالقة الله خلق الأعداد الصحيحة إذا كنت ترغب في قراءة المزيد من كتب ستيفن هوكينغ:

تاريخ موجز للزمان[24] من الانفجار الكبير إلى الثقوب السود يبدأ هذا العمل الفذ ذائع الصيت دوليًا الذي ألّفه البروفيسور هوكينغ بمراجعة النظريات العظيمة عن الكون، بدءًا من نيوتن وصولًا إلى آينشتاين، قبل التطرق إلى الأسرار الكامنة في قلب المكان والزمان؛ من الانفجار الكبير إلى الثقوب السود، مرورًا بالمجرّات الحلزونية ونظرية الأوتار. نُشر الكتاب للمرة الأولى العام 1988، ويظل عنصرًا أساسيًا ضمن كتب العلوم، ولا تزال لغته السهلة الواضحة مستمرة في تعريف ملايين القراء حول العالم على عجائب الكون.

«يمكنه شرح تعقيدات الفيزياء الكونية بمزيج جذاب من الوضوح والذكاء... إنه يمتلك عقلًا ذا قوة استثنائية».

أوبزرفر

«يجمع هذا الكتاب بين تعجّب الطفل وألمعية العبقري. إننا نبحر في كون هوكينغ بينما نتعجّب من عبقريته».

صنداي تايمز

- **الثقوب السود والأكوان الناشئة** ومقالات أخرى هذه المجموعة الأولى من الكتابات القصيرة حول موضوعات متنوّعة بين الشخصية الدافئة إلى العلميّة المبهرة، تكشف لنا عن ستيفن هوكينغ العالم، والإنسان، والمواطن العالمي المهموم - ودائمًا - المفكّر الدقيق والمبدع صاحب الخيال. وسواء وهو يتذكّر تجربته الأولى في الحضانة، أو وهو يهدم غرور أولئك الذين يعتقدون بأن العلوم لا يمكن أن يفهمها إلا العلماء ويجب أن تُترك لهم، أو وهو يستكشف أصل الكون ومستقبله، أو وهو يتأمّل في ظاهرة كتاب «تاريخ موجز للزمان»، فإن ستيفن هوكينغ يكتب بذكاء، ووضوح، وصراحة تجعله واحدًا من أعظم الكتّاب في عصرنا.

«اقرأ لستيفن هوكينغ إذا كنت ترغب في إلقاء نظرة نحو الخارج؛ نحو أطراف الكون السحيقة».

إندبندنت أون صنداي

«يلقي الضوء على أكثر المناطق ظلمة وغموضًا في المكان والزمان».

ذا تايمز

الكون بإيجاز يطلعنا هذا الكتاب الغني بالرسوم التوضيحية على أحدث منجزات الفيزياء النظرية؛ حيث كثيرًا ما تكون الحقيقة أغرب من الخيال. وفي هذا الكتاب، يحدّثنا هوكينغ على الإنجازات الكبرى التي تحقّقت في العقد التالي لصدور كتابه **«تاريخ موجز للزمان»**، ويرشدنا أثناء سعيه لكشف أسرار الكون من الجاذبية الفائقة إلى التناظر الفائق، ومن نظرية الكم إلى نظرية الأوتار الفائقة، ومن التصوير ثلاثي الأبعاد إلى الطبيعة الثنائية. ويسعى الكاتب في هذه المغامرة الفكريّة المثيرة إلى الجمع بين النسبية العامة لآينشتاين وفكرة التواريخ المتعدّدة لريتشارد فاينمان في نظرية

واحدة كاملة موحّدة تصف كل ما يحدث في الكون.

«ألمع العلماء البريطانيين في جيله».

نيو ستيتسمان

- **التصميم العظيم**[25] أجوبة جديدة عن الأسئلة الأساسية في الحياة (بالاشتراك مع ليونارد ملودينوو) متى وكيف بدأ الكون؟ لماذا نحن هنا؟ هل «التصميم العظيم» الظاهر جليًا لكوننا دليل على وجود خالق خيّر أوجد كل شيء؟ أم إن العلم يقدم لنا تفسيرًا آخر؟

يعرض علينا هذا العمل الرئيسي الحديث، الذي كُتِب بالتعاون مع الفيزيائي الأمريكي والكاتب ليونارد ملودينوو، أحدث الأفكار العلمية حول أسرار الكون بلغة تتسم بالذكاء والبساطة في آن واحد. الواقعية المعتمدة على النماذج، والأكوان المتعددة، ونظرية علم الكونيات التي تبدأ من القمة إلى القاع، ونظرية الأوتار الفائقة الموحدة - كلّها نظريات ومفاهيم يُكشف عنها في هذا الدليل الموجز والمزدان برسوم توضيحية مدهشة للاكتشافات التي تغيّر حاليًا فهمنا وتهدد بعضًا من نظم معتقداتنا التي نعتز بها بشدة.

«إنها أفكار مذهلة».

صنداي تايمز

- **الثقوب السود محاضرات ريث لستيفن هوكينغ** التي تبثّها هيئة الإذاعة البريطانية (بي بي سي) (مع مقدمة وتعليقات بقلم ديفيد شوكمان، المحرّر العلمي في بي بي سي)

«يُقال إن الحقيقة في بعض الأحيان أغرب من الخيال، ويصحّ هذا القول في حالة الثقوب السود أكثر من أي شيء آخر. إن الثقوب السود أشد غرابة من أي شيء داعب خيال كتاب الخيال العلمي».

في العام 2016، ألقى البروفيسور ستيفن هوكينغ محاضرات ريث التي بثّتها هيئة الإذاعة البريطانية (بي بي سي) حول موضوع سحر لبه لعقود من الزمن؛ الثقوب السود.

وفي هذه المحاضرات المميّزة، يزعم عالم الفيزياء الأسطوري أنه إذا استطعنا فقط فهم الثقوب السود وكيف تتحدّى طبيعة المكان والزمان، فإننا سنكون أقرب إلى كشف أسرار الكون.

«واحد من ألمع العقول العلمية منذ آينشتاين».

ديلي إكسبريس

الفهرس

Notes

[←1]

مبدأ ماخ Mach's Principle: أحد أهمّ المبادئ الفلسفيّة التي قامت عليها النّسبيّة العامّة، وهو فرضية منسوبة إلى عالم الفيزياء والفيلسوف النمساوي إرنست ماخ. يقوم مبدأ ماخ على فكرة أن توزيع المادة الكلّي في الكون يتحكم في القصور الذاتي للأجسام. (المترجم)

[←2]

الوحدوية Unitarity: في فيزياء الكم، الوحدوية هي قيد على التطور الممكن للأنظمة الكمية يضمن أن يكون مجموع الاحتمالات لجميع النتائج المحتملة لأي حدث يساوي واحدًا دائمًا. (المترجم)

[←3]

سهم الزمن Arrow of time: مصطلح وضعه الفلكي البريطاني آرثر إدنغتون عام 1927 لتمييز اتجاه الزمن على خارطة رباعية الأبعاد للعالم. وفقًا لإدنغتون فإن اتجاه الزمن يمكن ان يحدّد عن طريق دراسة تنظيمات وتجمّعات الذرّات والجزيئات والأجسام. ويمكن أن تصور العمليات الفيزيائية على المستوى المجهري إما على أساس أنها متناظرة زمنيًا كليًا أو جزئيًا، مما يعني أن العبارات الفيزيائية التي تصف هذه العمليات تبقى صحيحة إذا انعكس اتجاه الزمن. أما العمليات الفيزيائية التلقائية التي تكون مصحوبة بزيادة في الإنتروبيا فإنها لا توفّر شرط التناظر الزمني هذا مما يجعل من الضروري منح الزمن اتجاهًا محددًا من الماضي إلى الحاضر إلى المستقبل. (المترجم)

[←4]

التصلب المتعدّد Multiple sclerosis: هو التهاب ينتج عن تلف الغشاء العازل للعصبونات في الدماغ والحبل الشوكي. يُعطل هذا المرض قدرة أجزاء من الجهاز العصبي على التواصل، مما يؤدّي إلى ظهور عدد من الأعراض المرضية، منها العضوية ومنها الإدراكية العقلية. ويتخذ التصلّب المتعدد عدة أشكال مع أعراض تحدث إما على شكل نوبات منفصلة، أو متراكمة بمرور الوقت. أسباب المرض غير معلومة تمامًا، إلا أنه يعتقد بأن آلية حدوثه قد تكون تلف في الجهاز المناعي أو فشل في الخلايا المصنعة للمايلين، وتشمل الأسباب المحتملة عوامل وراثية وعوامل بيئية، ويعتمد التشخيص على الأعراض ونتائج الفحوصات الطبية. (المترجم)

[←5]

التصلب الجانبي الضموري Amyotrophic lateral sclerosis (ALS): شكل من أشكال أمراض الأعصاب الحركية، وهو مرض قاتل يسبب ضمور الجهاز العصبي بسبب ضمور الأعصاب الحركية والخلايا العصبية في الجهاز العصبي المركزي، وهي الخلايا التي تتحكّم في حركة العضلات اللاإرادية. يُعد ستيفن هوكينغ المريض الأكثر شهرة بهذا المرض النادر. يسبب المرض ضعفًا وضمورًا لجميع عضلات الجسم بسبب ضمور الأعصاب الحركية السفلية والعلوية، والتي تكف عن إرسال الرسائل العصبية إلى العضلات، فتضعف العضلات تدريجيًا ولا تعود قادرة على أداء وظيفتها، ويفقد المريض التحكم في جسمه. (المترجم)

[←6]

مرصد الموجات الثقالية بالتداخل الليزري (ليجو Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory (LIGO): أجهزة صُنعت بغرض استشعار حدوث انفجارات الموجات الثقالية، وتعمل بها مجموعات من العلماء تقوم بتحليل نتائج المشروع. يتكوّن مرصد ليجو من أنبوبين طويلين متعامدين إلى بعضهما البعض أفقيًا. يبلغ طول الأنبوب الواحد 4 كيلومترات ويكون مفرغًا من الهواء، ويوجد عند تقاطع الأنبوبين مقياس تداخل ليزري. (المترجم)

[←7]

كتب هوكينغ هذه الكلمات قبل أن يتحقّق بالفعل أول اكتشاف للموجات الثقالية بواسطة مراصد ليجو. وقد جرى رصد ست موجات ثقالية بعد ذلك الوقت، كانت الخمس الأول منها ناشئة عن تصادم ثقبين أسودين بعيدين، أما السادسة فكان لتصادم بين نجمين نيوترونيين، وصدر عنه إشارات ضوئية سجّلتها المراصد الأرضية. (المترجم)

[←8]

كلفن Kelvin: من وحدات القياس المعتمدة في النظام الدولي للوحدات، تستخدم لقياس درجة الحرارة ويرمز لها ب (K)، سمِّيت بهذا الاسم نسبة إلى الفيزيائي البريطاني اللورد كالفن Baron Kelvin.

[←9]

المتفردة Singularity: هي انهيار في نسيج الزمكان نفسه، وهي مجال للأبحاث الفيزيائية والنقاشات الفلسفية في محاولة لتفسير طبيعتها وأهميتها؛ وهي منطقة في الفضاء ناشئة عن انهيار نجم عملاق على نفسه، وتكون ذات كثافة وجاذبية لا نهائيتين، بحيث إن قوانين الفيزياء المعروفة لا تنطبق عليها. وتعتبر نظرية النسبية العامة لآينشتاين أن وجود المتفرّدة ضرورة حتمية في بعض المواقف الطبيعية. ويعتبر الكون كله ناشئًا من متفردة انفجرت انفجارًا يعرف باسم «الانفجار الكبير» ومنها نشأ الكون. (المترجم)

[←10]

السطح الكوشي Cauchy surface: هو سطح مستوٍ في الزمكان يشبه لحظة من الزمن؛ وتكمن أهميته في أن الظروف البدئية لهذا السطح تحدّد المستقبل (والماضي) على نحو متفرّد. وبعبارة أخرى، هو أي قطع فرعي من الزمكان يتقاطع مع كل منحنى غير قابل للتوسّع مرة واحدة فقط وليس أكثر، وقد سمي باسم عالم الرياضيات الفرنسي أوغستين لوي كوشي. (المترجم)

[←11]

الكوازار أو الكويزار أو النجم الزائف أو شبيه النجم Quasar: منطقة غازية ساخنة محيطة بثقب أسود هائل تصل درجة حرارتها إلى عدة مئات الآلاف درجة مئوية وتبعث الضوء وأشعة أخرى، وهي مصدر راديوي فلكي. وبهذه الصفات يكون الكويزار أكثر الأجرام الفلكية نشاطًا على الإطلاق وبُعدًا عنا وهو من فئة النوى المجرية النشطة. اعتبرت الكويزارات في بداية اكتشافها مصادر طاقة كهرومغناطيسية شديدة بأنواعها المختلفة من أشعة إكس وأشعة غامّا وأشعة راديوية، بما فيها الضوء المرئي. لكن مع الوقت اتضح أن الكويزارات هي أنوية مجرات شديدة البعد عنا ولهذا لا يظهر منها سوى النواة التي تظهر «كنجم» ويتوسطها ثقب أسود فائق؛ فهي تنتج طاقة بمستويات مساوية لناتج طاقة مئات من المجرات المتوسطة مجتمعة. (المترجم)

[←12]

نظرية اللاشعر No - hair theorem: تفترض نظرية اللاشعر أن جميع حلول الثقوب السود لمعادلات آينشتاين - ماكسويل للجاذبية والكهرومغناطيسية في النسبية العامة يمكن أن تتميز تمامًا بثلاثة عوامل كلاسيكية فقط يمكن رصدها خارجيًا، وهي: الكتلة، والشحنة الكهربائية، والزخم الزاوي. أما جميع المعلومات الأخرى عن المادة التي تشكّل الثقب الأسود أو التي تسقط فيه (والتي يستخدم «الشعر» كاستعارة لها) فإنها تختفي خلف أفق الحدث للثقب الأسود، وبالتالي تكون محجوبة دائمًا عن الراصدين الخارجيين. وقد عبّر الفيزيائي جون أرشيبالد ويلر عن هذه الفكرة بعبارة «الثقوب السود ليس لها شعر"، وهو التعبير الذي كان أصل تسمية النظرية. (المترجم)

[←13]
المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية «سيرن :CERN «اسم المنظمة الأوروبية التي تمتلك مختبر «سيرن»، وهو أضخم مختبر في العالم لفيزياء الجسيمات. وتعد الوظيفة الأساسية للمنظمة هي توفير مسرعات الجسيمات وغيرها من البنى التحتية اللازمة لبحوث فيزياء الطاقة العالية. (المترجم)

[←14]

جيري أرتشر: روائي وسياسي بريطاني حققت كتبه مبيعات ضخمة وتحولت إلى أفلام سينمائية ومسلسلات تلفزيونية شهيرة. (المترجم)

[←15]

نظرية الكم Quantum Theory أو ميكانيكا الكم Quantum Mechanics: هي مجموعة من النظريات الفيزيائية ظهرت في القرن العشرين، وذلك لتفسير الظواهر على مستوى الذرة والجسيمات دون الذرية، وقد دمجت بين الخاصية الجسيمية والخاصية الموجية ليظهر مصطلح الطبيعة المزدوجة للجسيمات.

وبهذا تصبح ميكانيكا الكم مسؤولة عن التفسير الفيزيائي على المستوى الذري، كما أنها أيضًا تطبق على الميكانيكا الكلاسيكية ولكن لا تظهر تأثيرها على هذا المستوى، لذلك ميكانيكا الكم هي تعميم للفيزياء الكلاسيكية لتطبيقها على المستويين الذري والعادي. تسميتها ميكانيكا الكم يعود إلى أهميّة الكم في بنائها (وهو مصطلح فيزيائي يستخدم لوصف أصغر كمّية من الطاقة يمكن تبادلها بين الجسيمات، ويستخدم للإشارة إلى كميات الطاقة المحددة التي تنبعث على نحو متقطع، وليس مستمرًا). كثيرًا ما يستخدم مصطلحي فيزياء الكم ونظرية الكم كمرادفات لميكانيكا الكم. (المترجم)

[←16]

مستكشف الخلفية الكونية COBE: كان قمرًا صناعيًا أمريكيًا يجري قياسات من الفضاء خاصة ببحوث علم الكونيات. كانت مهمته هي قياس توزيع إشعاع الخلفية الكونية الميكروني وإجراء مسح شامل للسماء بغرض تزويدنا بمعلومات تساعد على فهم الكون وتكوينه ونشأته. وقد زوّدنا هذا المسبار بأدلة تؤيّد نظرية الانفجار الكبير. (المترجم)

[←17]

مسبار ويلكينسون لتباين الأشعة الميكروويةWilkinson Microwave Anisotropy Probe: مسبار فضائي ومرصد دوار مصمم لقياس الأشعة التي نشأت عن بداية الكون. خلال أقل من سنتين في الفضاء، استطاع هذا المسبار رسم خريطة إشعاع الخلفية الميكروني الكوني بدرجة غير مسبوقة من التفصيل والدقة. قدم المسبار لعلماء الفلك أفضل صورة حتى الآن لإحدى مراحل نشأة الكون منذ أكثر من 13 مليار سنة. (المترجم)

[←18]

جائزة الفيزياء النظرية Fundamental Physics Prize: جائزة تقدّم من قبل مؤسسة جائزة الفيزياء الأساسية Fundamental Physics Prize Foundation، وهي منظمة غير ربحية تأسست عام 2012 على يد الملياردير الروسي يوري ميلنر. تبلغ قيمة الجائزة ثلاثة ملايين دولار أمريكي، وقد اعتبرت هذه القيمة هي أكبر قيمة لجائزة أكاديمية. (المترجم)

[←19]
الألعاب البارالمبية: هي دورة ألعاب عالمية تُقام لذوي الاحتياجات الخاصة، وهي ثاني أكبر حدث دولي رياضي، وتأتي بعد دورة الألعاب الأولمبية.

[←20]

الكتاب في النسخة الإنجليزية ينتهي هنا، وقد قمنا في دار التنوير بإضافة هذه المقابلات التي تقدم مزيدًا من الإضاءة على سيرة وإنجازات وعمل وشخصية ستيفن هوكينغ.

[←21]

انظر https://www.bbc.com/news/science-environment-43499024

[←22]

انظر https://elpais.com/elpais/2015/09/25/inenglish/1443171082_956639

[←23]

انظر: https://www.cbsnews.com/news/stephen-hawking-the-60-minutes-interview

[←24]

تُرجم الكتاب إلى العربية ونشرته دار التنوير.

[←25]

تُرجم الكتاب إلى العربية ونشرته دار التنوير.